



## 100 lat Państwowego Instytutu Geologicznego – dla gospodarki, nauki i edukacji

### Badania geologiczno-inżynierskie prowadzone w Państwowym Instytucie Geologicznym w drugim pięćdziesięcioleciu jego działalności

Zbigniew Frankowski<sup>1</sup>, Edyta Majer<sup>1</sup>, Marta Sokołowska<sup>1</sup>,  
Grzegorz Ryżyński<sup>1</sup>, Szymon Ostrowski<sup>1</sup>, Krzysztof Majer<sup>1</sup>



Z. Frankowski



E. Majer



M. Sokołowska



G. Ryżyński



S. Ostrowski



K. Majer

**Engineering geological research conducted in the Polish Geological Institute during the last fifty years of activity.** *Prz. Geol.*, 66: 752–768.

*A b s t r a c t.* In this article, we summarize the most important engineering geological studies that have been conducted by the Polish Geological Institute since the 1960s.

**Keywords:** *engineering geology, engineering geophysics, shallow geothermal energy, engineering geological database (BDGI), engineering geological map, Polish Geological Institute*

Działalność w zakresie geologii inżynierskiej prowadzona w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym (PIG-PIB) podczas ostatnich 50 lat obejmowała badania i prace dokumentacyjne dotyczące rozwiązywania problemów inżynierskich i środowiskowych w efekcie wzajemnego oddziaływania podłoża budowlanego i obiektów budowlanych. Realizowano prace studialne w zakresie optymalizacji sposobów zagospodarowania przestrzennego i gospodarowania wnętrzem ziemi w dostosowaniu do warunków geologiczno-inżynierskich. Wykonywano prace i badania dotyczące prognozowania zmian w środowisku, w tym przewidywania odpowiednich środków i sposobów zapobiegania zagrożeniom geologicznym zarówno naturalnym, jak i powstałym na skutek działalności człowieka (antropogenicznym). Prace w dziedzinie geologii inżynierskiej obejmowały badania naukowe i prace rozwojowe związane z działalnością statutową oraz zadania państwowej służby geologicznej (Biuletyn..., 1960, 1963, 1966, 1967, 1970, 1972, 1972, 1975, 1980; Materiały..., 1974, 1974, 1979, 1998, 2007, 2011, 2014, 2017; Zmiany..., 1979). Główne kierunki działalności w dziedzinie geologii inżynierskiej dotyczyły (Pinińska, Frankowski, 2005; Drągowski i in., 2007; Frankowski, 2000; Frankowski, Szymańska, 2008; Materiały..., 2014, 2017):

- rozwoju cyfrowej kartografii geologiczno-inżynierskiej 2D, 3D;
- prowadzenia geologiczno-inżynierskich baz danych;
- gromadzenia, przetwarzania i udostępniania danych geologiczno-inżynierskich;
- regionalnej geologii inżynierskiej;
- charakterystyk właściwości chemicznych, fizycznych i mechanicznych gruntów i skał w ujęciu lokalnym oraz regionalnym;
- prac metodycznych w zakresie dokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich;
- prac metodycznych i eksperymentalnych dotyczących wykorzystania środowiska geologiczno-inżynierskiego, jako źródła energii w celu ogrzewania i chłodzenia obiektów budowlanych;
- dokumentowania geologiczno-inżynierskiego, w tym ocen przydatności terenów do wyboru optymalnej lokalizacji inwestycji, m.in. składowisk odpadów, obiektów infrastrukturalnych, przemysłowych, kubaturowych, hydrotechnicznych;
- badań środowiska geologiczno-inżynierskiego z wykorzystaniem prototypowej i nowoczesnej aparatury badawczej w zakresie laboratoryjnych i polowych oznaczeń właściwości gruntów i skał oraz geofizyki inżynierskiej;

<sup>1</sup> Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; zfra@pgi.gov.pl; emaj@pgi.gov.pl; msoko@pgi.gov.pl; gryz@pgi.gov.pl; sost@pgi.gov.pl; kmaj@pgi.gov.pl

- popularyzacji i upowszechniania wiedzy w zakresie geologii inżynierskiej;
- działalności eksperckiej, opiniotwórczej i szkoleniowej.

Przez ostatnie 50 lat ponad 100 geologów inżynierskich z Państwowego Instytutu Geologicznego zajmowało się wyżej wymienioną problematyką. Z okazji 100-lecia PIG-PIB, składamy im serdeczne podziękowania za wkład w rozwój geologii inżynierskiej w kraju i na świecie. Tak ogromny zakres prac i badań geologiczno-inżynierskich prowadzonych w instytucie wymagał współpracy z placówkami naukowymi, firmami prywatnymi, administracją państwową, samorządową oraz obywatelami naszego kraju, którym również składamy podziękowania za wsparcie.

### BADANIA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE

Geologia inżynierska to dziedzina geologii działająca na pograniczu nauk przyrodniczych i inżynierskich. Jako nauka stosowana zajmuje się pracami i badaniami, które są zawsze wykonywane w określonym celu i na potrzeby różnorodnych grup zawodowych oraz społecznych. Dlatego, paradoksalnie największy rozwój badań geologiczno-inżynierskich należy wiązać z okresem po II wojnie światowej w związku z odbudową kraju. Przez kolejne lata działalności instytutu badania geologiczno-inżynierskie były zawsze ściśle związane z potrzebami gospodarczymi kraju (Materiały..., 1979).

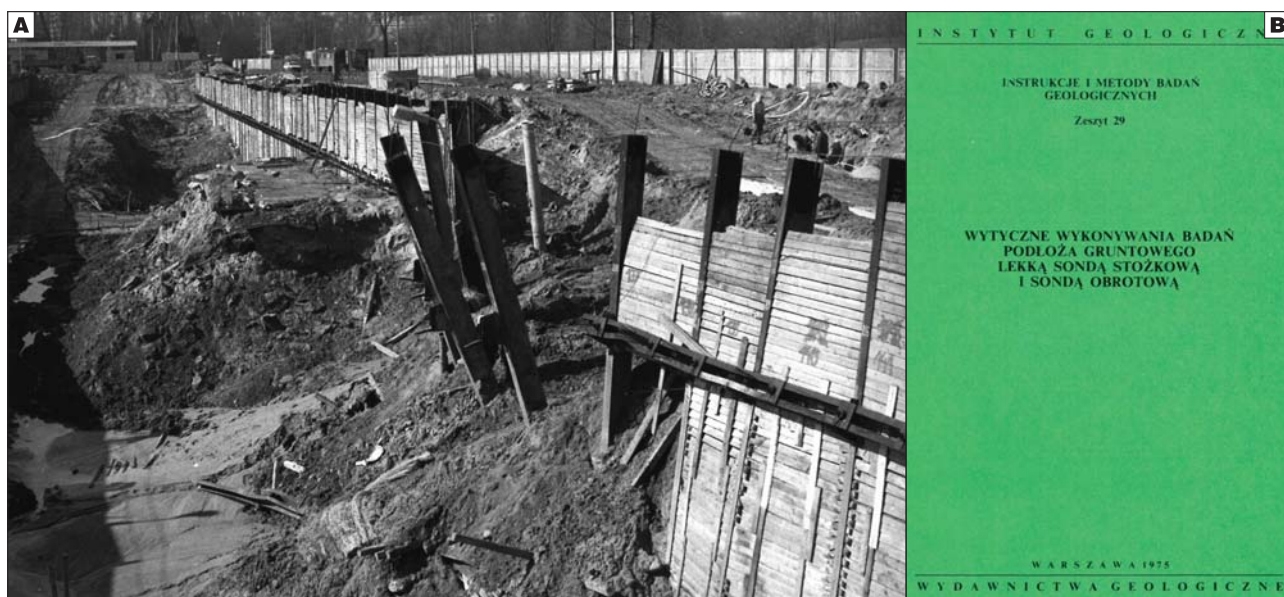
W ostatnim 50-leciu działalność geologii inżynierskiej dotyczyła dokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich, w tym kompleksowych badań terenowych i laboratoryjnych dla największych inwestycji hydrotechnicznych, obiektów kubaturowych, infrastrukturalnych i energetyki jądrowej (materiały niepublikowane). W latach 70–90. ub.w. prace były związane z bieżącymi potrzebami kraju w zakresie geologii, wykonywano je na zlecenie Centralnego Urzędu Geologii, a po jego likwidacji – ministra ds. środowiska. Natomiast ostatnie 20 lat to działanie w nawiązaniu do krajowych programów, polityk i strategii, w tym do

Koncepcji Przestrzennego Zagospodarowania Kraju, Krajowej Polityki Miejskiej, Polityki Ekologicznej Państwa, Programu Polskiej Energetyki Jądrowej, Programu Budowy Dróg Krajowych, Strategii Bezpieczeństwo Energetyczne i Środowisko, kierunków działań w dziedzinie geologii inżynierskiej oraz zadań państwowej służby geologicznej.

W latach 60. i 70. XX w. wykonywano liczne badania geologiczno-inżynierskie obiektów hydrotechnicznych i dróg wodnych (materiały niepublikowane). Opracowania typu dokumentacyjnego (zdjęcia geologiczno-inżynierskie, dokumentacje geologiczno-inżynierskie, charakterystyki geologiczno-inżynierskie terenu) wykonano dla ponad 20 obiektów hydrotechnicznych w dolinie Wisły i na jej dopływach. Prowadzone były również badania stacjonarne, na podstawie których ustalono prognozy geologiczno-inżynierskie dla obiektów wodnych oraz wpływ zbiornika Włocławek na otoczenie.

Lata osiemdziesiąte i dziewięćdziesiąte ub.w. należy wiązać z badaniami na wybranych odcinkach pierwszej linii metra w Warszawie, które dotyczyły zagęszczenia gruntów oraz wpływu głębokich wykopów na zmiany wilgotności gruntów w ich otoczeniu (Frankowski, Pich, 1993). W trakcie budowy metra geolodzy inżynierscy brali udział w konsultacjach dotyczących bieżących problemów związanych z realizacją inwestycji (ryc. 1A). Wspólnie z Instytutem Techniki Budowlanej przeprowadzono analizy i prace terenowe do projektu Polskiej Normy PN-B 04452 Geotechnika: Badania polowe (Filipowicz i in., 1994) (ryc. 1B). W tym okresie wykonywano również liczne ekspertyzy i opinie oraz badania osuwisk w rejonach Włocławka i Polski południowej w celu określenia optymalnych sposobów ich zabezpieczenia oraz szacowania kosztów usuwania szkód (materiały niepublikowane).

Na początku XXI w. badania geologiczno-inżynierskie dotyczyły przydatności terenu pod zabudowę, oceny stanu technicznego obiektów budowlanych (Adamów, Koziencice, Iwiny), awarii budowlanych (Piaseczno k. Machowa, Lublin) (Flisiak i in., 2014), dróg i tuneli (ViaCarpatia,



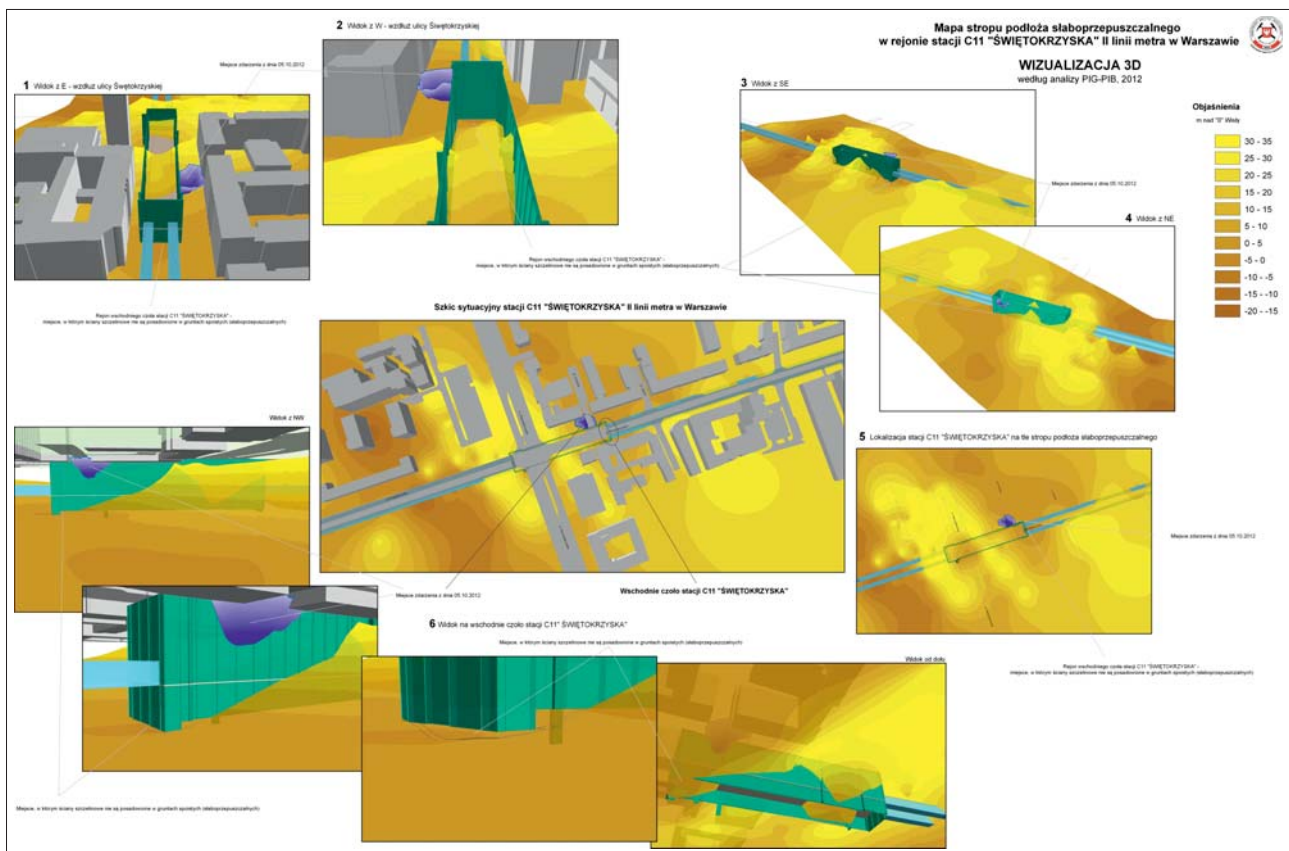
**Ryc. 1. A** – awaria na budowie I linii metra w Warszawie – stacja A-11 Politechnika (Arch. PIG-PIB, 1989); **B** – metodyka sondowań zaimplementowana do normy PN-B-04452 (Borowczyk, Frankowski, 1975b)

**Fig. 1. A** – failure at the construction site of the first metro line in Warsaw – A-11 Politechnika station (Archive of PGI-NRI, 1989); **B** – probing methodology implemented to PN-B-04452 (Borowczyk, Frankowski, 1975b)



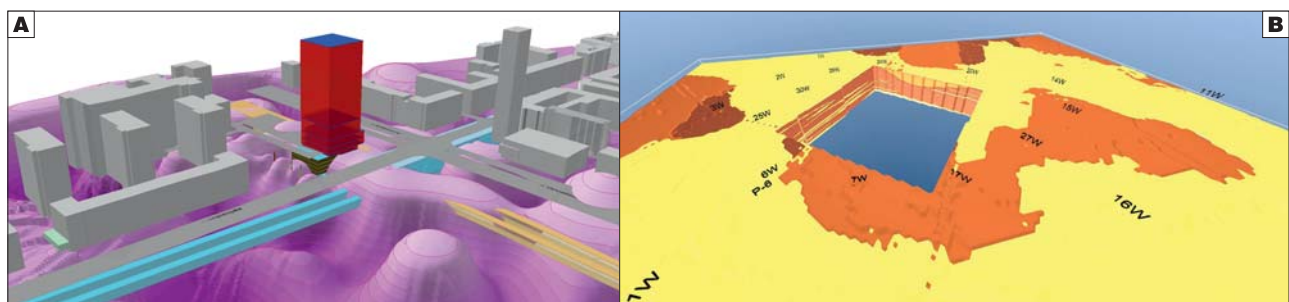
ViaBaltica, autostrada A1, drogi ekspresowe S1, S3), linii kolejowych (m.in. C-E 65 na odcinku Chorzów Batory–Tczew o długości ok. 500 km i inne), projektowanych i realizowanych linii metra w Warszawie (ryc. 2), instalacji przesyłowych na obszarach morskich Rzeczypospolitej Polskiej (trasy rurociągów, gazociągów oraz farm wiatrowych), geozagrożeń oraz obiektów energetyki konwencjonalnej (Kiełbasińska i in., 2011) i jądrowej (ryc. 3B) (materiały niepublikowane). Po wprowadzeniu do stosowania zasad Eurokodu 7 (europejskiej normy regulującej kwestie projektowania geotechnicznego) nastąpiła znacząca zmiana podejścia do rozpoznania podłoża budowlanego, ustalania warunków geotechnicznych posadawiania i wzmocnienia nowoprojektowanych obiektów budowlanych (ryc. 3A) (Jaros, Szlasa, 2014). Opracowywane są liczne projekty prac/robót geologicznych oraz dokumentacje geologiczno-inżynierskie, a także ekspertyzy i opinie w zakresie reinterpretacji modeli geologicznych. Ustalone

zostają wstępne warunki geologiczno-inżynierskie i geotechniczne ze wskazaniem miejsc zagrożonych dla projektowanych odcinków nowych dróg i tras kolejowych, w tym kolei dużych prędkości. Powstaje pierwsza w Polsce dokumentacja geologiczno-inżynierska dla ustalenia warunków geologiczno-inżynierskich na potrzeby podziemnego składowania odpadów. W obszarze geozagrożeń w ramach kontynuacji polityki bezpieczeństwa i zarządzania kryzysowego dla Biura Ochrony Rządu są opracowywane wytyczne i zalecenia na potrzeby ochrony obiektów państwowych. Badania geologów inżynierskich przyczyniły się do wyboru optymalnych wariantów przebiegu dróg, rozpoznania modelu geologicznego, ustalenia warunków geotechnicznych oraz umożliwiły zaprojektowanie wzmocnienia podłoża gruntowego. Ekspertyzy są wynikiem często pojawiającego się problemu – niewystarczającego udokumentowania podłoża gruntowego w zależności od etapu realizacji inwestycji (Sokołowska, 2013; Majer,



Ryc. 2. Awaria na budowie II linii metra w Warszawie – stacja C11 Świętokrzyska (Arch. PIG-PIB, 2012)

Fig. 2. Failure at the construction site of the second metro line in Warsaw – C11 Świętokrzyska station (Archive of PGI-NRI, 2012)



Ryc. 3. Wizualizacja warunków geologiczno-inżynierskich – model geologiczno-inżynierski 3D: A – fragment miasta (Jaros, Szlasa, 2014); B – składowisko (Arch. PIG-PIB, 2016)

Fig. 3. Visualization of geological and engineering conditions – 3D geological and engineering model: A – part of the city (Jaros, Szlasa, 2014); B – landfill (Archive of PGI-NRI, 2016)



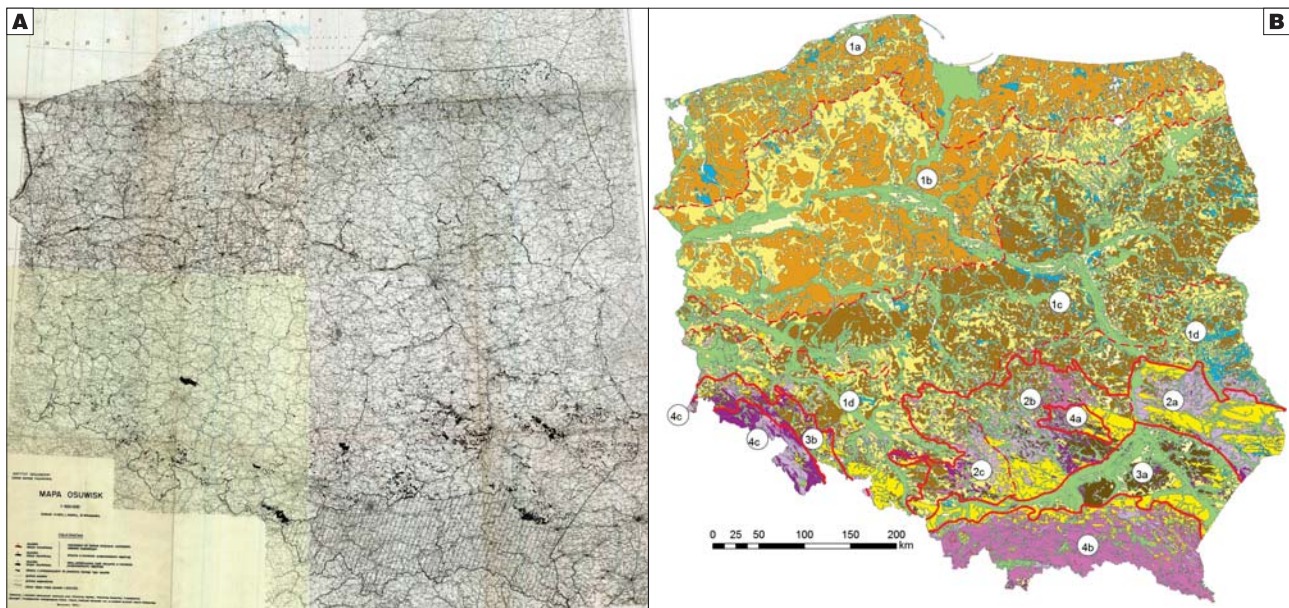
Sokołowska, 2015; Sokołowska i in., 2015, 2017). Wiele projektów dotyczy opracowania raportów z badań terenowych i laboratoryjnych w celu oceny skutków awarii budowlanych.

### REGIONALNA GEOLOGIA INŻYNIERSKA

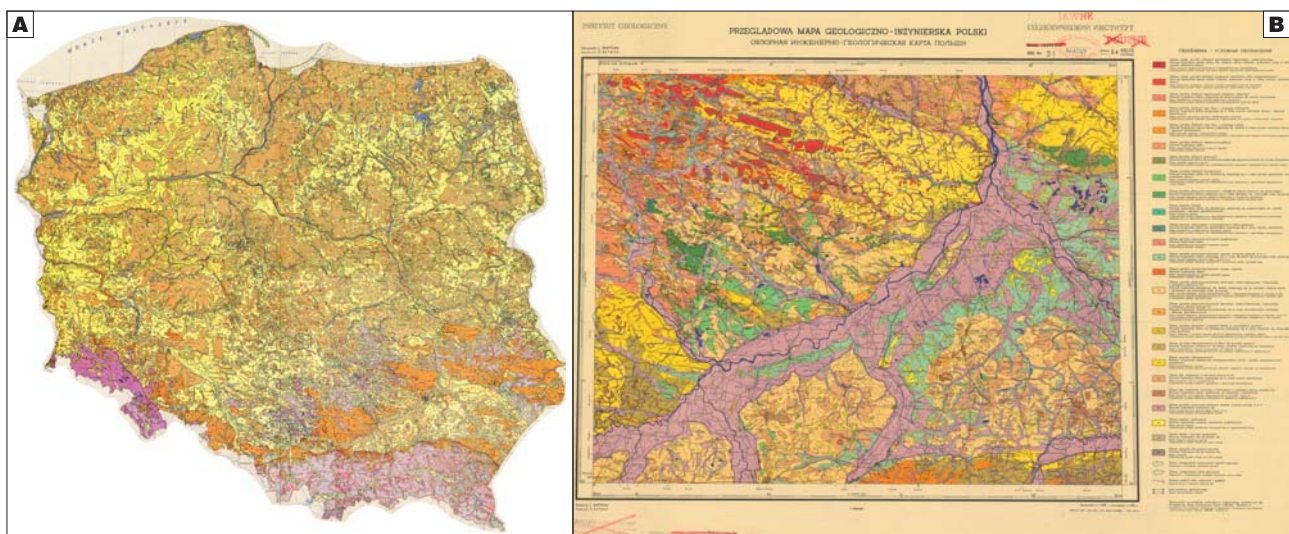
W ramach regionalnych badań geologiczno-inżynierskich w drugiej połowie lat 60. i na początku lat 70. przeprowadzono pierwszą w kraju rejestrację osuwisk (Bażyński i in., 1991). Na Niżu Polskim zarejestrowano ok. 2 tys. form osuwiskowych, a także wydzielono wiele terenów predysponowanych do występowania tego rodzaju procesów. Odrębną rejestracją objęto obszar Karpat. Wyniki rejestracji przedstawiono na mapach w skali 1 : 25 000, 1 : 100 000 i syntetycznie na mapach w skali 1 : 500 000 (Niż Polski) (ryc. 4A) (Bażyński i in., 1970)

i 1 : 200 000 (Karpaty) (Michalik, 1970). Dla siedmiu województw opracowano katalogi osuwisk.

Na początku XXI w. nastąpiła intensyfikacja działań inwestycyjnych na obszarze kraju w zakresie inwestycji infrastrukturalnych, która wymagała przeprowadzenia analizy możliwych kolizji funkcjonalno-przestrzennych pomiędzy wybranymi elementami zagospodarowania przestrzennego, zagospodarowania górotworu oraz obszarami chronionymi i obszarami zagrożeń geologicznych. Brak tego typu opracowań obrazujących skalę problemu, utrudnia podjęcie kroków w kierunku zmian legislacyjnych dotyczących polityki przestrzennej kraju w zakresie gospodarowania wnętrzem ziemi i ochroną zasobów kopalin. Opracowana metodologia oraz baza danych w tym zakresie stanowi podstawę do wskazania potencjalnych kolizji w skali kraju (Kocyła i in., 2016).

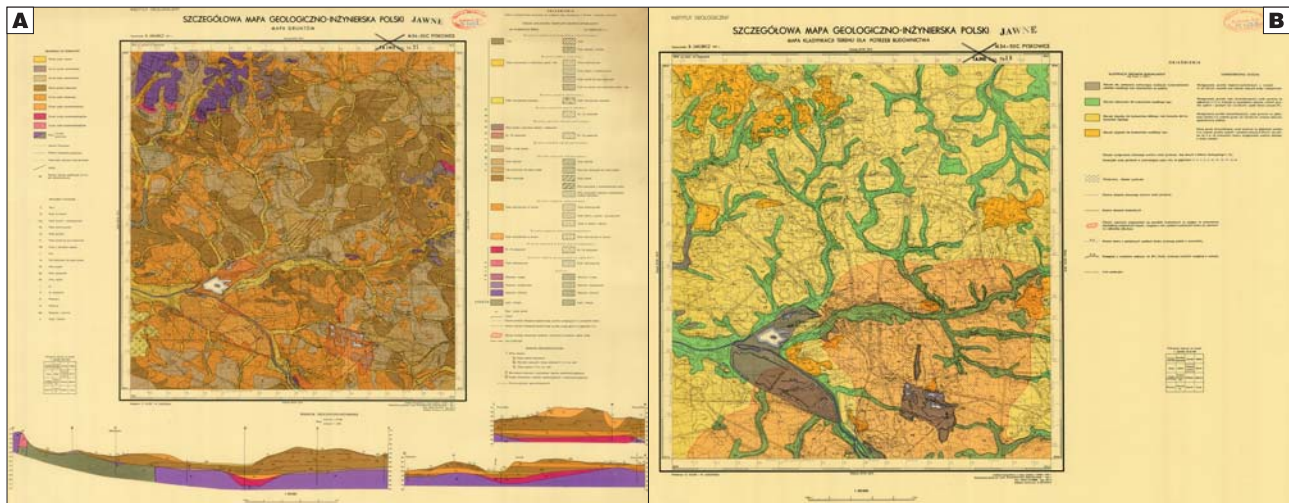


**Ryc. 4. A** – Mapa osuwisk w skali 1 : 500 000 (Bażyński i in., 1970); **B** – Mapa regionów geologiczno-inżynierskich (Majer i in., 2018)  
**Fig. 4. A** – Landscape map in the 1 : 500 000 scale (Bażyński et al., 1970); **B** – Map of geological and engineering regions (Majer et al., 2018)



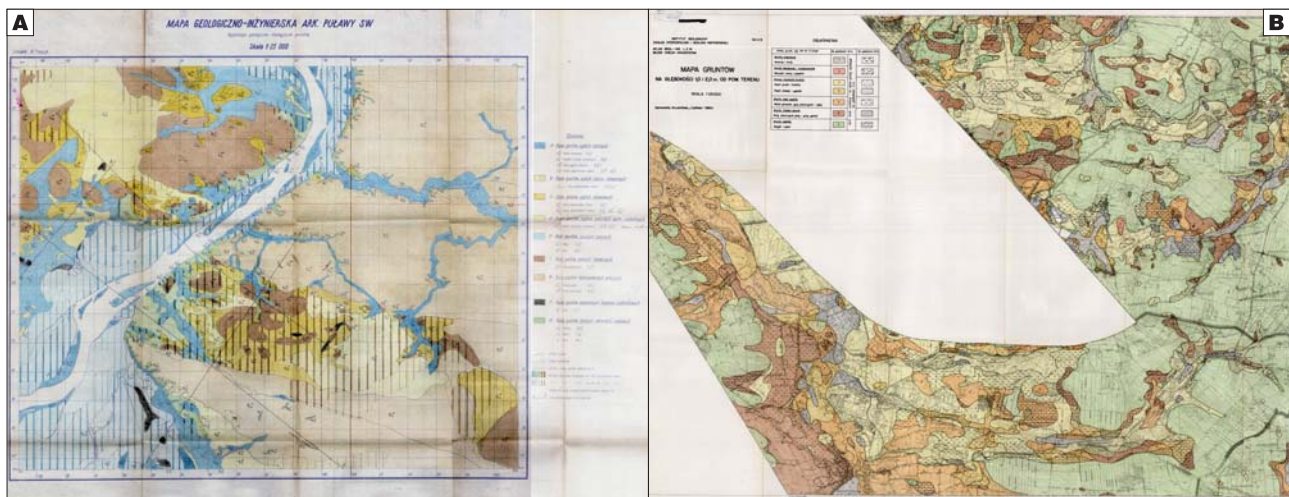
**Ryc. 5. A** – Mapa geologiczno-inżynierska Polski w skali 1 : 500 000 (Jakubicz, Łodzińska, 1994); **B** – Przeglądowa mapa geologiczno-inżynierska w skali 1 : 300 000 (Watycha, 1955)  
**Fig. 5. A** – Geological and engineering map of Poland in the 1 : 500 000 scale (Jakubicz, Łodzińska, 1994); **B** – General geological and engineering map in the 1 : 300 000 scale (Watycha, 1955)





Ryc. 6. Szczegółowa mapa geologiczno-inżynierska Polski w skali 1 : 50 000. A – Mapa gruntów (Jakubicz, 1957a); B – Mapa klasyfikacji terenu dla potrzeb budownictwa (Jakubicz, 1957b)

Fig. 6. Detailed geological and engineering map of Poland in the 1 : 50 000 scale. A – Map of soils (Jakubicz, 1957a); B – Site classification map for spatial planning (Jakubicz, 1957b)



Ryc. 7. A – Mapa geologiczno-inżynierska w skali 1 : 25 000, ark. Puławy (Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, 1970); B – Mapa geologiczno-inżynierska Lubelskiego Zagłębia Węglowego w skali 1 : 25 000 (Łodzińska, Żylińska, 1989)

Fig. 7. A – Geological and engineering map in the scale of 1 : 25 000, sheet of Puławy (Nat'l Geol. Archive of PGI-NRI, 1970); B – Geological and engineering map of Lublin Coal Basin in the scale of 1 : 25 000 (Łodzińska, Żylińska, 1989)

W roku 2017 wydano podręcznik *Warunki geologiczno-inżynierskie na obszarze Polski*, który stanowi kompendium wiedzy niezbędnej w procesie ustalania warunków geologiczno-inżynierskich i prezentuje syntezę różnych zagadnień geologiczno-inżynierskich w ujęciu regionalnym (Kaczyński, 2017). W podręczniku zaprezentowano wyniki badań terenowych i laboratoryjnych z terenu Polski uzyskane za pomocą współczesnych metod badawczych. Prace nad charakterystyką warunków geologiczno-inżynierskich kontynuowano w latach 2013–2018 (ryc. 4B) (Majer i in., 2018), uwzględniając wcześniejsze opracowania (Frankowski i in., 2011; Chada i in., 2014).

W 100-lecie powołania Państwowego Instytutu Geologicznego rozpoczną się prace związane z przygotowaniem publikacji dotyczącej regionalnej geologii inżynierskiej.

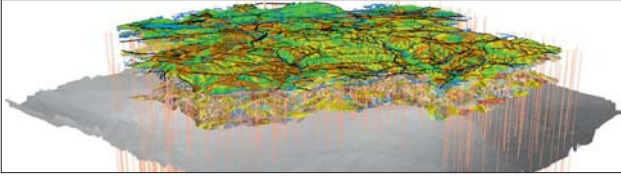
## KARTOGRAFIA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA

Opracowania kartografii geologiczno-inżynierskiej są wykonywane w instytucie od lat 50. ub.w. Mapy geologiczno-inżynierskie opracowano w różnych skalach od

1 : 10 000 do 1 : 500 000 (Nar. Arch. Geol. PIG-PIB; <http://atlasy.pgi.gov.pl>). W latach pięćdziesiątych i sześćdziesiątych wykonano mapę geologiczno-inżynierską dla całego kraju w skali 1 : 300 000 (28 arkuszy) (ryc. 5B) (Watycha, 1955; Nar. Arch. Geol. PIG-PIB; <http://dokumenty.pgi.gov.pl>; <http://atlasy.pgi.gov.pl>), w latach 50. i 60. opracowano pierwsze arkusze wraz z objaśnieniami *Szczegółowej mapy geologiczno-inżynierskiej Polski w skali 1 : 50 000* (ryc. 6A, B) (Instrukcja..., 1962; Jakubicz, 1957a, b; Nar. Arch. Geol. PIG-PIB; <http://dokumenty.pgi.gov.pl>; <http://atlasy.pgi.gov.pl>). W roku 1994 wydano *Mapę geologiczno-inżynierską Polski w skali 1 : 500 000* (1 mapa w czterech sekcjach) (ryc. 5A) (Jakubicz, Łodzińska, 1994). Do końca XX w. wykonano kilkadziesiąt map i atlasów geologiczno-inżynierskich w skali 1 : 25 000 dla miast i terenów przemysłowych (ryc. 7A, B) (Jakubicz, Łodzińska, 1989; Łodzińska, Żylińska, 1989; Nar. Arch. Geol. PIG-PIB; <http://dokumenty.pgi.gov.pl>; <http://atlasy.pgi.gov.pl>).

Od początku XXI w. kluczowym kierunkiem działalności w zakresie geologii inżynierskiej jest rozwój cyfrowej

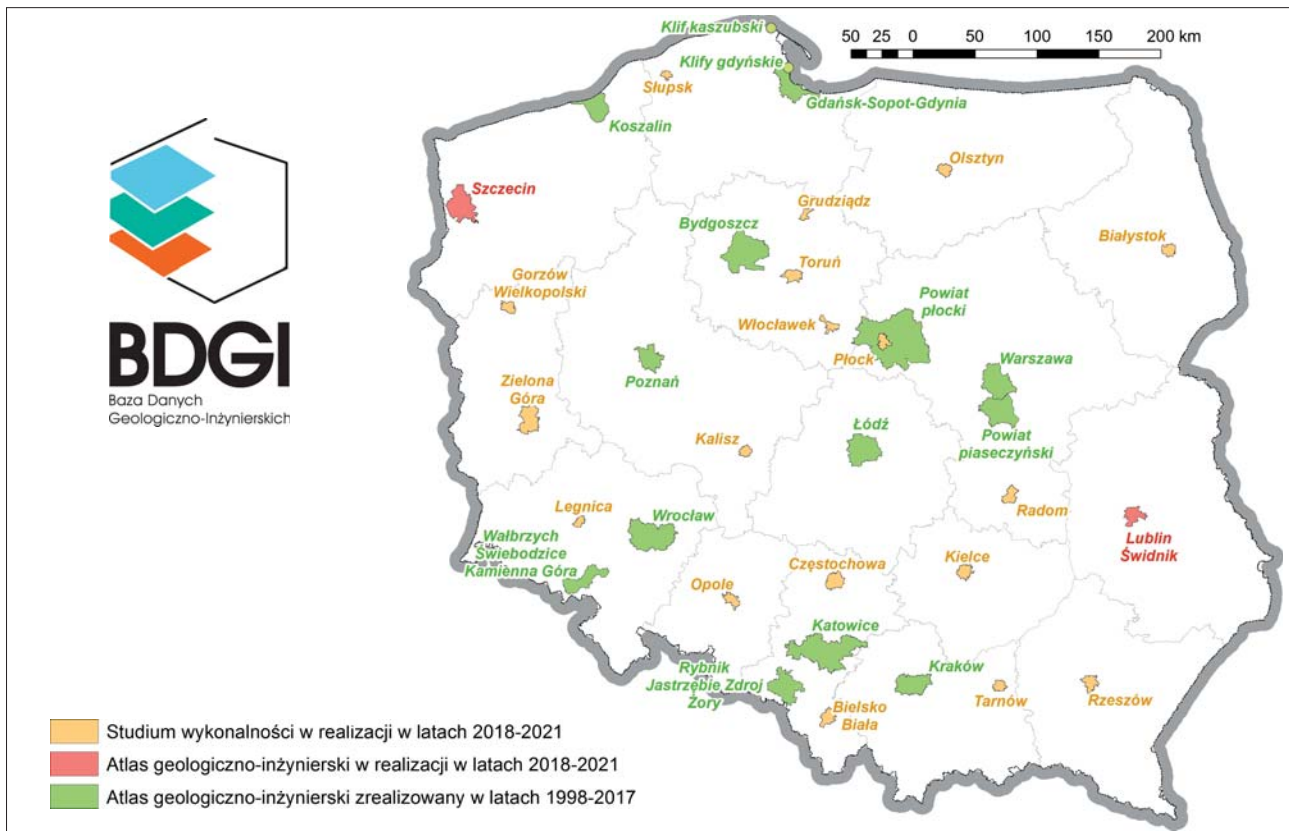
kartografii geologiczno-inżynierskiej 2D, 3D (ryc. 8) oraz prowadzenie Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI) (ryc. 9) (Jaros i in., 2007; <http://atlasy.pgi.gov.pl>).



**Ryc. 8.** Model geologiczno-inżynierski 3D aglomeracji Rybnik (Arch. PIG-PIB, 2015)

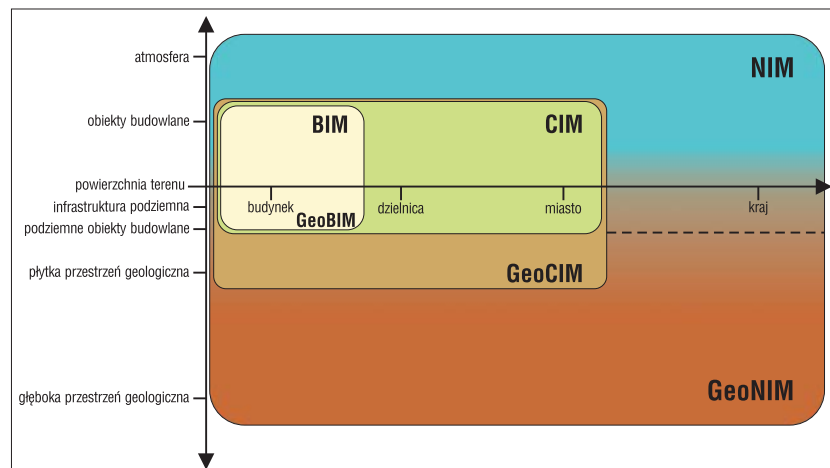
**Fig. 8.** Geological and engineering model of the Rybnik agglomeration (Archive of PGI-NRI, 2015)

Rozwój kartografii cyfrowej nastąpił po opracowaniu w roku 2000 we współpracy z Instytutem Techniki Budowlanej *Atlasu geologiczno-inżynierskiego Warszawy w skali 1 : 10 000*. Podstawą dalszych prac była *Instrukcja wykonywania atlasów geologiczno-inżynierskich techniką komputerową*, którą wielokrotnie aktualizowano aktualizowano pn. *Atlasy geologiczno-inżynierskie w skali 1 : 10 000 lub mniejszej. Instrukcja wykonywania*. (Nar. Arch. Geol. PIG-PIB; <http://atlasy.pgi.gov.pl>). W okresie 2002–2012 r. we współpracy z przedsiębiorstwami geologicznymi powstawały atlasy geologiczne inżynierskie aglomeracji: Katowice, Łódź, Gdańsk–Sopot–Gdynia, Rybnik–Jastrzębie Zdrój–Żory, Wałbrzych–Świebodzice–Kamienna Góra (ryc. 9) (Nar. Arch. Geol. PIG-PIB; <http://atlasy.pgi.gov.pl>).



**Ryc. 9.** Stan prac w zakresie opracowywania atlasów geologiczno-inżynierskich w skali 1 : 10 000 (<http://atlasy.pgi.gov.pl>)

**Fig. 9.** Status of works in development of geological and engineering atlases in the 1 : 10 000 scale (<http://atlasy.pgi.gov.pl>)



**Ryc. 10.** Schemat relacji między BIM–GeoBIM, CIM–GeoCIM w zależności od skali przedsięwzięcia (Majer i in., 2018)

**Fig. 10.** Diagram of relations between BIM–GeoBIM and CIM–GeoCIM depending on the scale of the investment (Majer et al., 2018)



gov.pl). W latach 2013–2017 pracownicy instytutu opracowali atlasy Koszalina, Bydgoszczy, powiatów płockiego, piaseczyńskiego oraz wybranych odcinków brzegu morskiego, a wcześniejsze atlasy zostały zaktualizowane (ryc. 9) (Nar. Arch. Geol. PIG-PIB; <http://atlasy.pgi.gov.pl>).

Pracownicy instytutu stale rozwijają i aktualizują opracowania kartograficzne w zakresie geologii inżynierskiej, co odpowiada potrzebom związanym z dynamicznym rozwojem największych miast w kraju. Obecny trendem jest ich rozwój w kierunku coraz intensywniejszego zagospodarowania przestrzeni podziemnej, np. kondygnacje i parkingi podziemne budynków, obiekty użyteczności publicznej, sieć podziemnej infrastruktury przesyłowej i komunikacyjnej. Działania te są zgodne z ideą Smart City, koniecznością wprowadzenia podczas realizacji inwestycji finansowanych ze środków publicznych technologii BIM/geoBIM oraz gospodarowania i zarządzania przestrzenią podziemną miast CIM/geoCIM (ryc. 10) (Majer i in., 2018; <http://sub-urban.squarespace.com/>), a także redukcją ryzyka inwestycyjnego (Frankowski, Gałkowski, 2007; Majer i in., 2013).

### **GROMADZENIE, PRZETWARZANIE I UDOSTĘPNIANIE DANYCH GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH**

Od połowy lat 90. ub.w. podstawowym przedmiotem działania w zakresie geologii inżynierskiej, a zarazem kluczowym z punktu widzenia wszystkich pozostałych obszarów aktywności, są prace związane z gromadzeniem, przetwarzaniem i udostępnianiem danych geologiczno-inżynierskich w skali kraju (Nar. Arch. Geol. PIG-PIB; <http://atlasy.pgi.gov.pl>).

Geolodzy inżynierscy prowadzą jedną z największych baz danych geoinżynierskich w kraju (Baza Danych Geologiczno-Inżynierskich, BDGI), która stanowi potencjał informacyjny dla budownictwa. W przeglądarkach internetowych, poprzez specjalnie do tego przygotowane aplikacje, są na bieżąco udostępniane karty wierceń, arkusze map wykorzystywanych do planowania przestrzennego i projektowania (Nar. Arch. Geol. PIG-PIB; <http://atlasy.pgi.gov.pl>).

Od roku 2013 realizacja prac w zakresie geologii inżynierskiej jest możliwa dzięki wykonywaniu przez instytut zadań państwowej służby geologicznej finansowanych ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW):

- prowadzenie i aktualizacja BDGI wraz ze sporządzeniem atlasu geologiczno-inżynierskiego wybranych obszarów kraju w skali 1 : 10 000 (2013–2018) (Nar. Arch. Geol. PIG-PIB; <http://atlasy.pgi.gov.pl>);

- baza danych właściwości fizycznych i mechanicznych głównych typów litogenetycznych gruntów i skał w Polsce w ujęciu regionalnym (2014–2017) (Nar. Arch. Geol. PIG-PIB; <http://atlasy.pgi.gov.pl>);

- prowadzenie i aktualizacja bazy danych geologiczno-inżynierskich (BDGI) oraz właściwości fizycznych i mechanicznych gruntów i skał (BDGI–WFM) wraz ze sporządzeniem atlasów geologiczno-inżynierskich wybranych obszarów kraju w skali 1 : 10 000 (2018–2021) (<http://atlasy.pgi.gov.pl>).

Zakres prowadzonych prac obejmuje opracowanie instrukcji metodycznych, prowadzenie zestandaryzowanej bazy danych geologiczno-inżynierskiej (BDGI) zawierającej ponad 320 tys. kart otworów wiertniczych, ok. 65 tys.

wyników badań właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów i skał (BDGI–WFM) oraz 30 przestrzennych, różnotematycznych warstw informacyjnych GIS wykorzystanych do opracowania ponad 3,2 tys. arkuszy map na potrzeby atlasów geologiczno-inżynierskich (ryc. 11A, B) (Jaros, 2018a, b; Nar. Arch. Geol. PIG-PIB; <http://atlasy.pgi.gov.pl>).

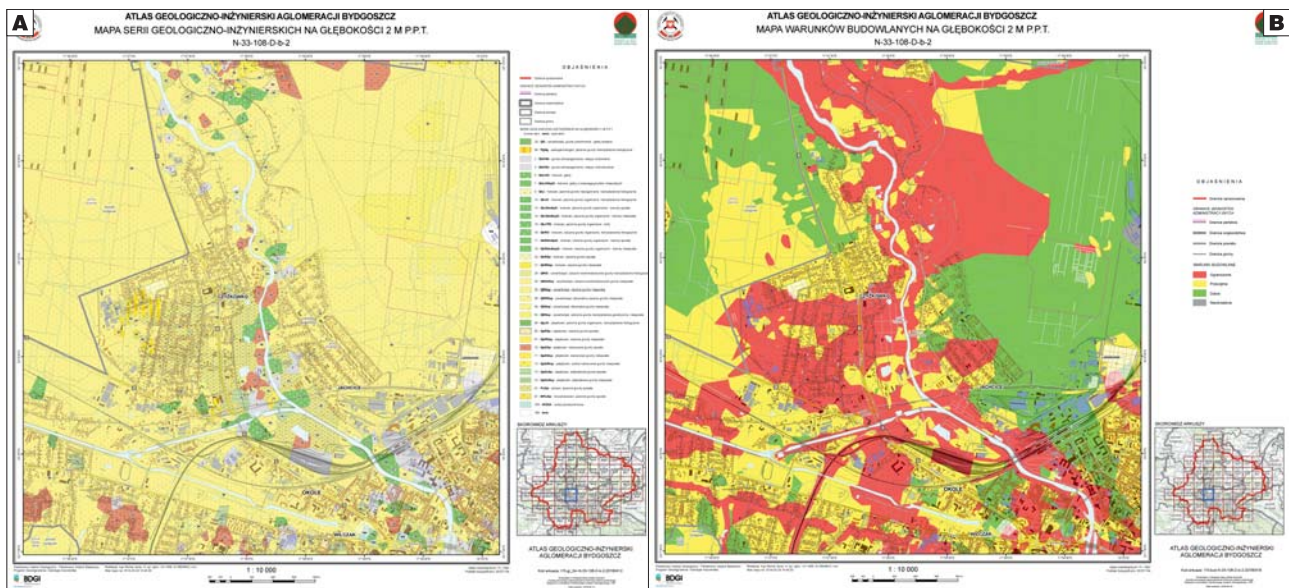
W ramach prac wytwarzane są narzędzia informatyczne – System Przetwarzania Danych Geologiczno-Inżynierskich (SPDGI), który posiada moduł do wprowadzania danych z wierceń (otworowa baza danych geologiczno-inżynierskich) (ryc. 12) oraz moduł kartograficznych (przestrzenna baza danych geologiczno-inżynierskich) (Nar. Arch. Geol. PIG-PIB; <http://atlasy.pgi.gov.pl>).

Zastosowanie metod cyfrowych na ogromnym zasobie danych o podłożu budowlanym pozwala na ocenę warunków geologiczno-inżynierskich, przede wszystkim na potrzeby planowania przestrzennego i projektowania inwestycji. Informacje zawarte w atlasach umożliwiają także podejmowanie decyzji związanych z projektowaniem szczegółowych badań podłoża, minimalizacją szkód w środowisku i przygotowaniem prognoz oraz ekonomicznych aspektów inwestycji. Szczegółowa informacja geologiczna, jaką oferuje BDGI, przedstawiana w skali 1 : 10 000, jest gromadzona głównie dla najbardziej zurbanizowanych i podlegających dynamicznemu rozwojowi obszarów kraju. Przewiduje się dalszy rozwój systemu SPDGI i sukcesywne włączanie do Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich kolejnych obszarów kraju.

Poprzez udostępnianie osobom prywatnym, administracji rządowej i samorządowej, urzędowi publicznemu oraz podmiotom gospodarczym danych geologiczno-inżynierskich z bazy BDGI przez system SPDGI, jest możliwe racjonalne i zrównoważone gospodarowanie przestrzenią podziemną miast. Korzystanie z bazy danych geologiczno-inżynierskich powoduje wzrost świadomości inwestorów i społeczeństwa o korzyściach płynących z wykorzystania informacji o warunkach geologicznych w podłożu w planowaniu inwestycji na terenach zurbanizowanych. Wzrost zapotrzebowania na informacje geologiczne generuje konieczność rozwijania narzędzi i systemów do udostępniania danych w sposób czytelny i zrozumiały dla użytkowników końcowych, którzy nie są geologami (obywatele, inwestorzy, firmy projektowe i wykonawcze, organy administracji itd.), w myśl zasady, że im więcej informacji można wykorzystać z bazy, tym większe jest na nią zapotrzebowanie. Wszystkie dane są sukcesywnie udostępniane na stronie <http://atlasy.pgi.gov.pl>.

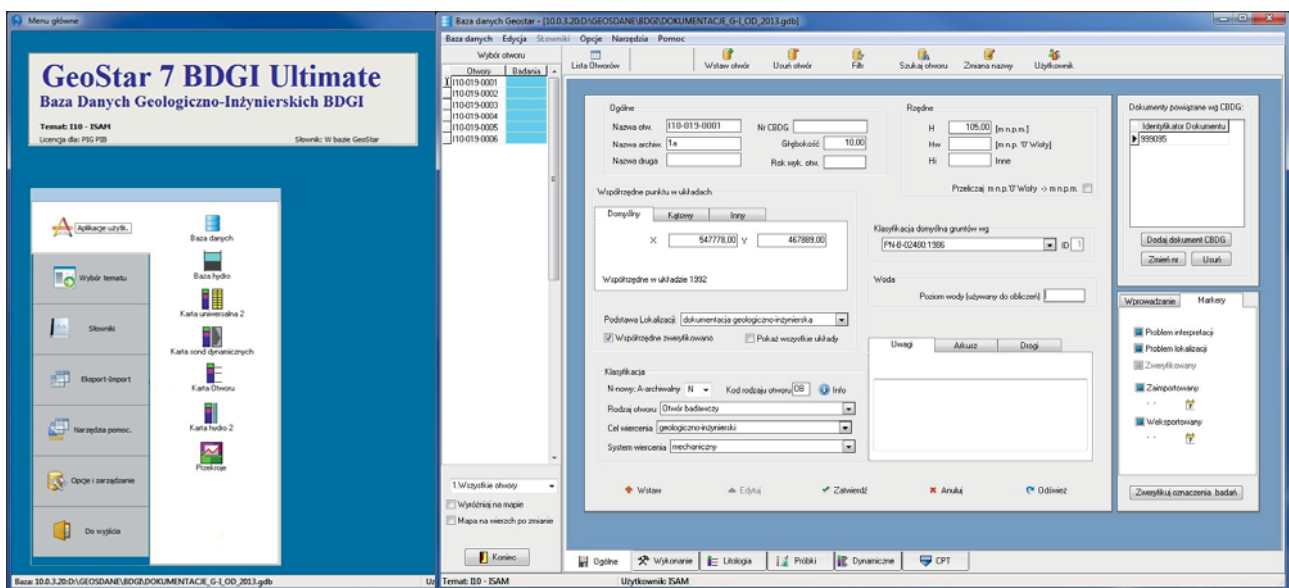
### **OBIEKTY ENERGETYKI JĄDROWEJ**

Od roku 1989 na zlecenie Instytutu Energii Atomowej – Świerk, a po restrukturyzacji Zakładu Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych Przedsiębiorstwo Państwowe, geolodzy inżynierscy prowadzą monitoring środowiska gruntowo-wodnego na terenie i wokół Krajowego Składowiska Odpadów Promieniotwórczych (KSOP) w Różanie (Frankowski i in., 2007). Ze względu na wyczerpywanie się pojemności składowiska, jest planowane jego zamknięcie w ciągu najbliższych 10 lat. Obowiązujące przepisy nakładają na władze państwa obowiązek prowadzenia monitoringu po zamknięciu składowiska przez 300 lat. Z powodu ciągłego powstawania odpadów promieniotwórczych i planów budowy elektrowni jądrowej (Dobak i in., 2011), konieczne jest poszukiwanie nowej



**Ryc. 11.** Atlas geologiczno-inżynierski aglomeracji Bydgoszcz. **A** – Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 2 m p.p.t. w skali 1 : 10 000. (Jaros, 2018a; Nar. Arch. Geol. PIG-PIB; <http://atlasy.pgi.gov.pl>); **B** – Mapa warunków budowlanych na głębokości 2 m p.p.t. w skali 1 : 10 000 (Jaros, 2018b; Nar. Arch. Geol. PIG-PIB; <http://atlasy.pgi.gov.pl>)

**Fig. 11.** Geological and engineering Atlas of Bydgoszcz. **A** – Geological and engineering map at a depth of 2 m below the surface level in the scale of 1 : 10 000 (Jaros, 2018a; Nat'l Geol. Archive of PGI-NRI; <http://atlasy.pgi.gov.pl>); **B** – Map of foundation conditions at a depth of 2 m below the surface level in the scale of 1 : 10 000 (Jaros, 2018b; Nat'l Geol. Archive of PGI-NRI; <http://atlasy.pgi.gov.pl>)



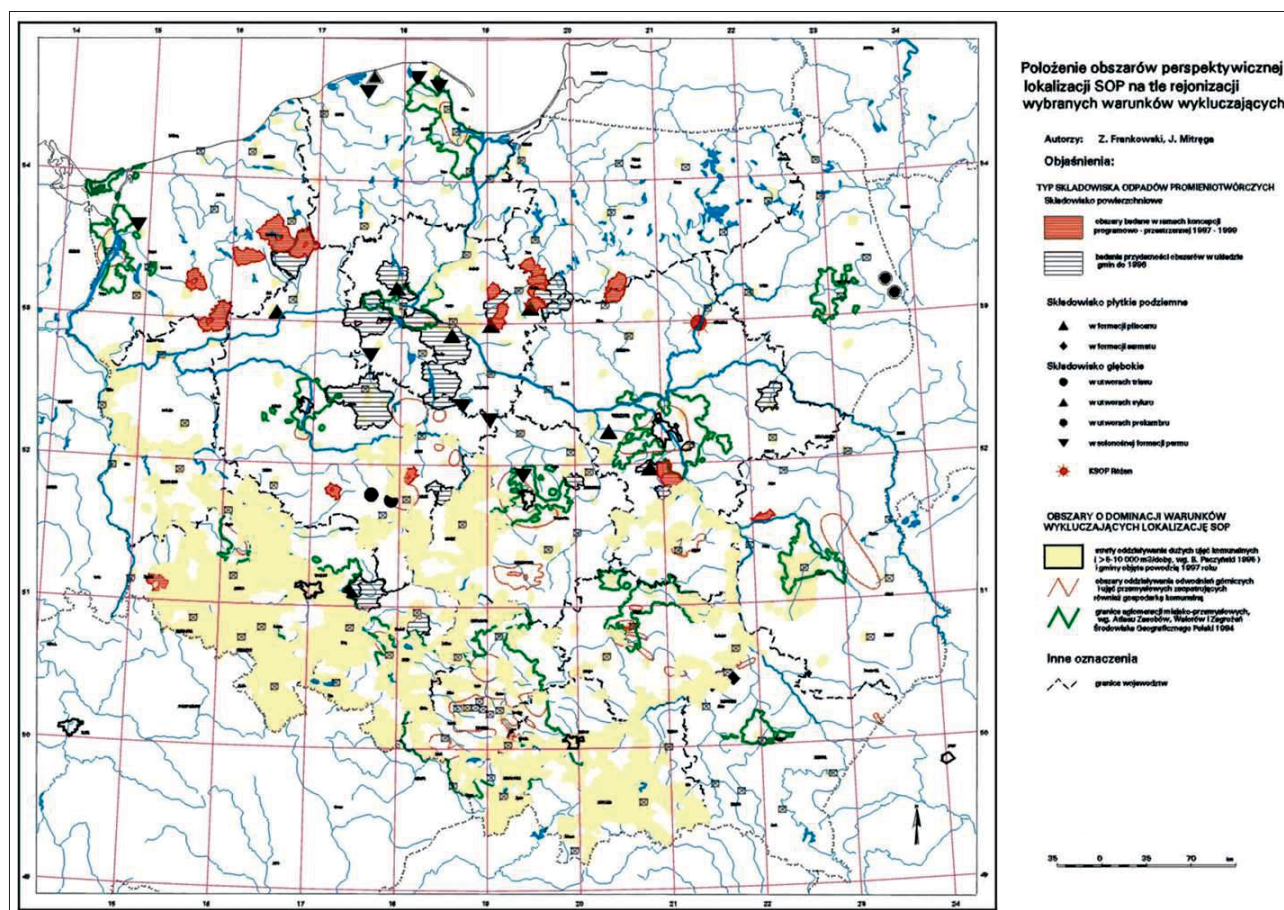
**Ryc. 12.** Moduł do wprowadzania otworów wiertniczych do otworowej Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich (Arch. PIG-PIB, 2018)

**Fig. 12.** Software for borehole log registration in the Geological and Engineering Data Base (Archive of PGI-NRI, 2018)

lokalizacji składowiska odpadów promieniotwórczych nisko- i średnioaktywnych. Instytut prowadzi takie prace od lat 80. XX w. w ramach Centralnego Programu Badawczo-Rozwojowego, Strategicznego Programu Rządowego (SPR 4), na zlecenie Państwowej Agencji Atomistyki (PAA), a także dla ministra odpowiedzialnego za gospodarkę odpadami promieniotwórczymi (Mitrega i in., 1993, 1994, 1995; Włodarski i in., 1996, 1999; Frankowski i in., 1997a, b; Frankowski, Mitrega, 1998a, b). W latach 1988–1990 instytut prowadził prace poszukiwawcze dla nowej lokalizacji powierzchniowego składowiska odpadów promieniotwórczych, w latach 1997–1999 dokonał przeglądu i wytypował potencjalne lokalizacje nowego składowiska powierzchniowego odpadów promieniotwórczych w Polsce (ryc. 13). W okresie 2013–2014 r. zostały

przygotowane materiały, które zostały wykorzystane do opracowania zleceń technicznych prezesa PAA dla lokalizacji obiektów jądrowych w zakresie oceny warunków geologiczno-inżynierskich i hydrogeologicznych (Frankowski, Mikołajków, 2013). W latach 2013–2017 instytut, jako lider konsorcjum, wykonał prace dotyczące opracowania metodyki oceny bezpieczeństwa i wskazania nowej optymalnej lokalizacji płytkiego składowiska odpadów promieniotwórczych (SOP) nisko- i średnioaktywnych (ryc. 3B). Konsorcjum stanowiło interdyscyplinarny zespół ekspertów w określonych dziedzinach, wspierany przez instytucje zagraniczną. Od roku 2015 pracownicy instytutu prowadzili analizy geologiczno-inżynierskie i środowiskowe w zakresie przydatności wybranych obszarów





Ryc. 13. Położenie obszarów perspektywicznej lokalizacji SOP (Arch. PIG-PIB, 1999)

Fig. 13. Location of the prospective areas for Surface Radioactive Waste Disposal (Archive of PGI-NRI, 1999)

kraju do lokalizacji powierzchniowego składowiska odpadów promieniotwórczych nisko- i średnioaktywnych.

W latach 1989–2017 zostało wykonanych kilkadziesiąt opracowań doradczo-ekspertkich w obszarze gospodarki odpadami promieniotwórczymi. Geolodzy inżynierscy byli autorami i współautorami wielu publikacji zarówno w czasopiśmie krajowych, jak i zagranicznych, a także podnosili swoje kwalifikacje, uczestnicząc w licznych szkoleniach organizowanych przez Międzynarodową Agencję Energii Atomowej (IAEA) oraz w projektach europejskich (projekt EuropeAid/114870/D/SV/PL, Program EURATOM, Underground Research Facilities Network – URF, International Project on Demonstrating the Safety of Geological Disposal – GEOSAF, International Low Level Waste Disposal Network – DISPONET).

Pracownicy instytutu czynnie uczestniczyli w pracach Zespołu ds. opracowania Krajowego Programu Postępowania z Odpadami Promieniotwórczymi i Wypalonym Paliwem Jądrowym (KPPzOPiWPJ), który został powołany zarządzeniem Ministra Gospodarki z 27 sierpnia 2009 r. (Zarządzenie, 2009). Program opracowano i wdrożono w roku 2015.

W latach 2013–2015 prowadzono prace związane z podziemnym składowaniem odpadów promieniotwórczych oraz opracowano projekty robót geologicznych dla wskazanych dwóch lokalizacji pierwszej elektrowni jądrowej w Polsce.

### GEOTERMIA NISKOTEMPERATUROWA

Od kilku lat geologia inżynierska w PIG-PIB rozwija się w kierunku wykorzystywania środowiska geologicz-

no-inżynierskiego jako źródła energii, którą pozyskuje się przez termoaktywne elementy stanowiące integralną część obiektu budowlanego lub budowli, np. termopale, termopłyty. Konieczność realizowania projektów naukowych dotyczących wykorzystywania właściwości cieplnych podłoża budowlanego przez obiekty budowlane wiąże się z coraz dynamicznym rozwojem w Polsce technologii gruntowych pomp ciepła montowanych w budynkach prywatnych i publicznych (Ryżyński, Bogusz, 2016). Proces ten jest spowodowany ukierunkowaniem światowej polityki energetycznej na szersze wykorzystanie energii odnawialnych, stosowanie technologii zeroemisyjnych oraz podniesienie standardów izolacji budynków zmierzających do zmniejszenia energii niezbędnej do ich ogrzewania (lub chłodzenia). Od 2016 r. są prowadzone prace dotyczące opracowania map potencjału płytkiej energii geotermalnej oraz map wskazujących obszary występowania zagrożeń geologicznych, gdzie wykonywanie otworowych wymienników ciepła powinno być ograniczone lub niedozwolone. Mapy potencjału geotermalnego będą zawierały informacje o maksymalnej ilości energii geotermalnej, którą da się uzyskać z podłoża budowlanego. Zostaną one wykorzystane podczas efektywnego projektowania instalacji geotermalnych i pozwolą określić w jakim stopniu energia geotermalna zaspokaja zasoby energetyczne aglomeracji / regionu oraz na uwzględnianie konfliktów przy projektowaniu tego typu instalacji (np. eliminacja wzajemnych negatywnych oddziaływań instalacji). W ramach prac są opracowywane poradniki metodyczne, instrukcje i informatory oraz są prowadzone portale internetowe, objaśniające zasady waloryzacji zasobów płytkiej geotermii





**Ryc. 14. A** – badanie polową sondą TRT (Arch. PIG-PIB, 2016); **B** – igła termiczna do badań laboratoryjnych (Arch. PIG-PIB, 2017)  
**Fig. 14. A** – Field Thermal Response Test (TRT) (Archive of PGI-NRI, 2016); **B** – thermal needle for laboratory tests (Archive of PGI-NRI, 2017)

na potrzeby sporządzania lokalnych planów działania w zakresie wykorzystania energii odnawialnych lub planów gospodarki niskoemisyjnej (Ryżyński, Majer, 2015; <https://www.pgi.gov.pl/geothermal4pl.html>, <https://www.foundationgeotherm.org/>). Jednocześnie rozwinięto i wdrożono metodykę dotyczącą pomiarów potencjału niskotemperaturowej energii geotermalnej, poprzez wykonywanie szeregu testów sondą TRT (*thermal response test*) w celu określania parametrów termicznych skał i gruntów (ryc. 14A). W kolejnych latach będzie rozwijana baza danych właściwości fizycznych i mechanicznych gruntów i skał (BDGI-WFM) o właściwości termalne (ryc. 14B).

### BADANIA GEOFIZYCZNE

Pierwsze badania z zakresu geofizyki inżynierskiej PIG-PIB przeprowadził w latach 70. XX w., wspólnie z Przedsiębiorstwem Poszukiwań Geofizycznych, w celu opracowania metodyki pomiarów dynamicznych gruntów (ryc. 15A). W pomiarach zastosowano metodę drgań swobodnych (ryc. 16A) (Frankowski i in., 1973; Królikowski, 1974).

W 2013 r. podjęto się odbudowy zespołu geofizyki inżynierskiej i wdrożenia badań geofizycznych w doku-

mentowaniu geologiczno-inżynierskim (ryc. 15B). W roku 2014, dzięki posiadaniu sprzętu geofizycznego oraz po doposażeniu ze środków NFOŚiGW, liczba prac geofizycznych wykonywanych w instytucie znacząco wzrosła. Wykorzystanie aparatury najnowszej generacji oraz oprogramowania dało możliwość użycia badań geofizycznych w wielu przedsięwzięciach związanych z geologią inżynierską i budownictwem (Pacanowski i in., 2014; Ostrowski, Lasocki, 2014; Bestyński i in., 2017; Czarniak i in., 2017). Bezinwazyjność metod badawczych stosowanych w geofizyce inżynierskiej, możliwość ich wykorzystania w miejscach wrażliwych i trudno dostępnych, a także coraz większe możliwości pomiarowe aparatury badawczej wpłynęły na znaczny wzrost ich zastosowania w pracach dokumentacyjnych. Podczas ostatnich pięciu lat prowadzono prace metodyczne szczególnie w zakresie: tomografii elektrooporowej (ERT), profilowań konduktometrycznych (GCM), sejsmicznej tomografii refrakcyjnej fali P i fali S (SRT), analizy fal powierzchniowych (MASW), oraz sejsmicznych tomograficznych prześwietleń międzyotworowych fali P i S (SBT).

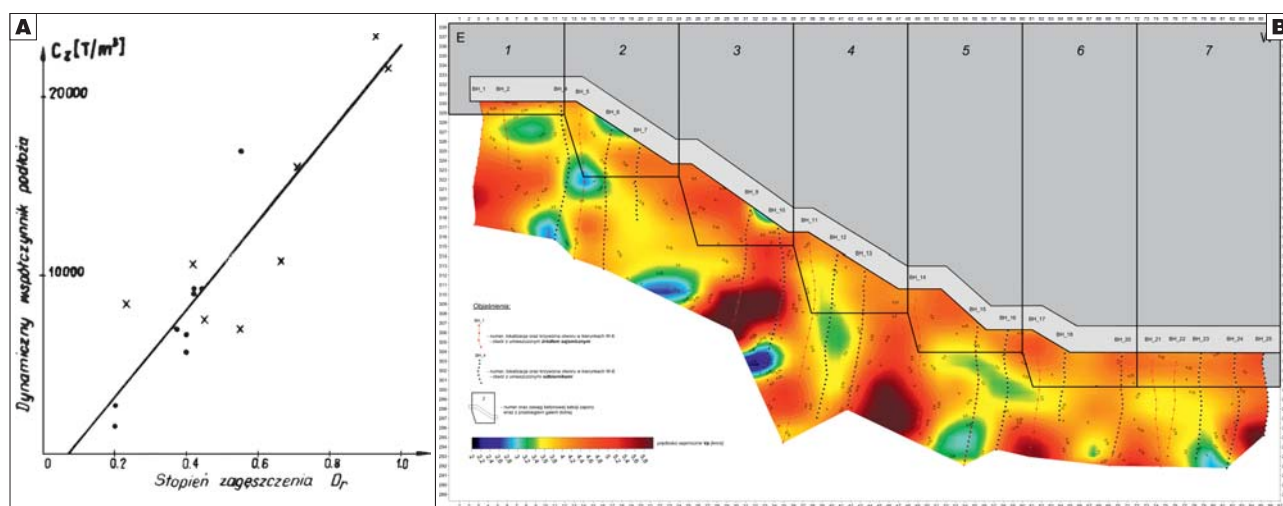
Na podkreślenie zasługuje kilkuletnia współpraca z Ośrodkiem Technicznej Kontroli Zapór w Katowicach (OTKZ), który jest jednym z dwóch jednostek organizacyj-



**Ryc. 15. Aparatura do badań sejsmicznych wykorzystywana w geologii inżynierskiej w 1973 r. (A)** (Frankowski i in., 1973) i w roku 2014 **(B)** (Arch. PIG-PIB, 2014)

**Fig. 15. Apparatus for seismic survey used in engineering geology in 1973 (A)** (Frankowski et al., 1973) and 2014 **(B)** (Archive of PGI-NRI, 2014)





Ryc. 16. A – zależność dynamicznego współczynnika podłoża od stopnia zagęszczenia (Królikowski, 1974); B – przekrój pola prędkości fal sejsmicznych przez zapórę wodną (Arch. PIG-PIB, 2018)

Fig. 16. A – dependence of the dynamic coefficient of the substrate on the degree of compaction (Królikowski, 1974); B – cross-section of the seismic wave velocity across the dam (Archive of PGI-NRI, 2018)

nych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej, pełniących funkcję państwowej służby do spraw bezpieczeństwa budowli piętrzących. Współdziałanie jest prowadzone w zakresie wykonywania bezinwazyjnych badań geofizycznych obiektów hydrotechnicznych, w tym przede wszystkim wałów przeciwpowodziowych i obiektów piętrzących (ryc. 16B).

Z uwagi na dynamiczny wzrost zapotrzebowania na badania geofizyczne w dokumentowaniu geologiczno-inżynierskim, w roku 2019 planuje się wydanie publikacji książkowej dotyczącej badań geologiczno-inżynierskich z wykorzystaniem geofizyki inżynierskiej.

## BADANIA LABORATORYJNE

Podstawą do pełnego udokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich są kompleksowe badania terenowe i laboratoryjne. W latach 70. i 80. w laboratorium badań geologiczno-inżynierskich wykonywano oznaczenia głównie cech fizycznych gruntu oraz w niewielkim zakresie parametrów mechanicznych (ryc. 17A) (Frankowski, Mroczkowski, 1984; Frankowski, 1986). W roku 2005 laboratorium zostało zmodernizowane, co miało wpływ na znaczący wzrost liczby wykonywanych badań w zakresie określania właściwości chemicznych, fizycznych i mechanicznych gruntów oraz skał (ryc. 17B).

Na dalszy rozwój laboratorium badań geologiczno-inżynierskich wpływa realizacja, od roku 2013, zadania państwowej służby geologicznej *Rozwój i przystosowanie zaplecza laboratoryjno-pomiarowego państwowej służby geologicznej do wykonywania zadań wynikających z Ustawy Prawo geologiczne i górnicze*. Laboratorium wyposażono w nowoczesną aparaturę do badań wytrzymałościowych i odkształceniowych, m.in.: komorę rezonansową, aparat trójosiowego ściskania pracujący w wysokich ciśnieniach oraz w zmiennym zakresie temperatur, aparaty trójosiowego ściskania z możliwością pomiaru fal sejsmicznych (ryc. 17C). W ostatnich dwóch latach została opracowana i wdrożona metodyka badań właściwości cieplnych gruntów i skał m.in. za pomocą igły termicznej (ryc. 14B).

W laboratorium oznaczano najczęściej skład granulometryczny, wilgotność, gęstość objętościową, współczyn-

nik filtracji, parametry konsolidacji i ściśliwości oraz parametry wytrzymałościowe na potrzeby: dokumentowania geologiczno-inżynierskiego, określania parametrów geotechnicznych do modeli obliczeniowych Hardening Soil (HS) oraz Coulomba Mohra (CM), oceny stateczności skarp i zboczy, charakterystyki właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów, m.in. lessów, gruntów organicznych, iłów oraz stosowania nowej klasyfikacji gruntów (Jaros i in., 2007).

W 2015 r. laboratorium badań geologiczno-inżynierskich, działające w instytucie pod nazwą Centrum Badań Gruntów i Skał (CBGS), uzyskało certyfikat akredytacji Polskiego Centrum Akredytacji, co potwierdziło kompetencje instytutu w zakresie wykonywania badań właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów i skał oraz pobierania próbek geologiczno-środowiskowych.

## PRACE METODYCZNE

W latach 70. i 80. ub.w. w PIG-PIB opracowano i opublikowano w serii *Instrukcje i metody badań geologicznych* wytyczne dotyczące: dokumentowania geologiczno-inżynierskiego dla obiektów liniowych (Bażyński i in., 1974), określenia stanu gruntów lekką i ciężką sondą dynamiczną oraz sondą obrotową (Borowczyk, Frankowski, 1975b), wykonywania badań lessów metodami połowymi (Borowczyk, Frankowski, 1979), określenia współczynnika filtracji i oporności właściwej gruntu (Borowczyk, Frankowski, 1980), określenia warunków geologiczno-inżynierskich przy ustalaniu zasobów złóż kopalin stałych (Jakubicz, 1971; Jakubicz, Smagała, 1983), wykorzystania zdjęć satelitarnych (Bażyński, 1982) oraz zasady opracowania map i atlasów geologiczno-inżynierskich dla zagospodarowania przestrzennego w skali od 1 : 5 000 do 1 : 50 000 (Jakubicz, Łodzińska, 1989). Wiele prac metodycznych dotyczyło wykorzystania teledetekcji, w tym zdjęć lotniczych i satelitarnych do celów geologii inżynierskiej (Bażyński, 1982; Bażyński i in., 1985). Wyniki badań geologiczno-inżynierskich wykonanych w latach 70. w instytucie i innych ośrodkach naukowych opublikowano m.in. w *Biuletynach Instytutu Geologicznego* w serii *Z badań geologiczno-inżynierskich w Polsce*, tomy: 5–9 (Biuletyn..., 1970, 1972, 1972, 1975, 1980). W wyniku kilkuletnich prac metodycz-



**Ryc. 17.** Laboratorium badań geologiczno-inżynierskich w roku 1990 (A), 2005 (B) i 2013 (C) (Arch. PIG-PIB, 1990, 2005, 2013)  
**Fig. 17.** Laboratory of geological and engineering tests in 1990 (A), 2005 (B) and 2013 (C) (Archive of PGI-NRI, 1990, 2005, 2013)



**Ryc. 18.** A – prototyp sondy statycznej (Arch. PIG-PIB, 1972); B – badanie sondą statyczną (Arch. PIG-PIB, 2016)  
**Fig. 18.** A – static probe prototype (Archive of PGI-NRI, 1972); B – static probe test (Archive of PGI-NRI, 2016)

nych opracowano prototypy sond dynamicznych i statycznych (ryc. 18A), w tym sondę uniwersalną izotopową (Borowczyk, 1971; Borowczyk, Frankowski, 1977a), oraz wytyczne badań sondą wkręcaną (Borowczyk, Frankowski, 1978a), ciężką sondą dynamiczną (Borowczyk, Frankowski, 1978c), a także presjometrem Menarda (Frankowski, 1971). Metody te zastosowano m.in. do charakterystyki właściwości gruntów dla elektrowni Kozienice, Dolna Odra i Warszawa Żerań (Borowczyk, Frankowski, 1978b).

Rozwój budownictwa mieszkaniowego wpłynął na zintensyfikowanie prac metodycznych związanych z zastosowaniem badań polowych do oceny podłoża gruntowego dla posadowienia obiektów budowlanych na terenach występowania gruntów problematycznych (Borowczyk, Frankowski, 1975a, 1977b).

Wykonano liczne badania na obszarach pól lessowych w południowej i południowo-wschodniej Polsce. Najistotniejsze zagadnienia dotyczące metodyki badań geologiczno-inżynierskich lessów zostały opublikowane

w roku 1971 (ryc. 20A) (Malinowski, 1971). W dalszych badaniach lessów wykorzystano nowoczesne metody polowe (ryc. 18B) i laboratoryjne (Frankowski, 1979, 1991a; Frankowski i in., 1998, 2007). Opracowano zależności korelacyjne do wyznaczania parametrów odkształceniowo-wytrzymałościowych (Frankowski i in., 2010). Metodą laserową przeprowadzono analizy uziarnienia próbek lessów pobranych z terenów południowo-wschodniej Polski (ryc. 20B) i zachodniej Ukrainy. Na podstawie obliczonych różnych wskaźników uziarnienia przeprowadzono analizy porównawcze poszczególnych stanowisk badawczych (Łanczont i in., 2015). Rozpoznawano właściwości wytrzymałościowo-odkształceniowe gruntów organicznych (Frankowski, 1984), ilów (Frankowski, 1991b, 1993), gruntów antropogenicznych (Frankowski i in., 2010) i zwietrzelin (Roguski, 2014) (ryc. 19A, B).

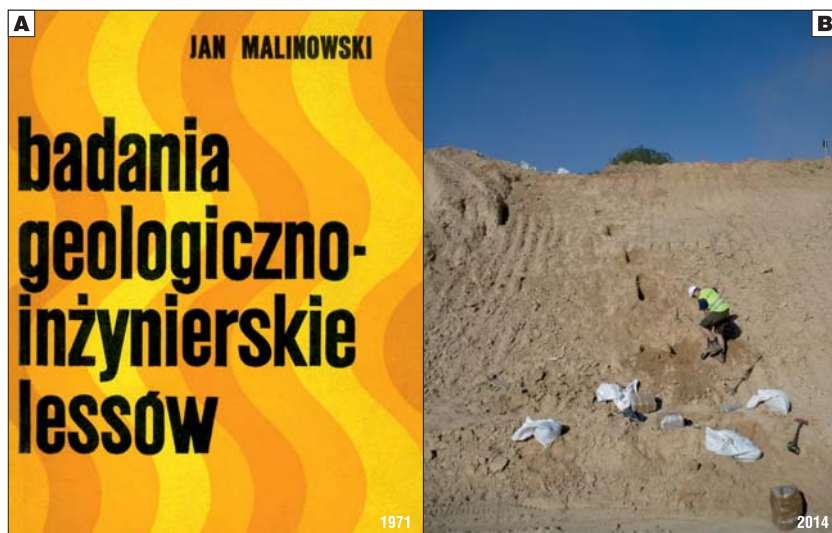
Od roku 1998 we współpracy z instytucjami naukowymi oraz przedsiębiorstwami geologicznymi prowadzono prace metodyczne w zakresie opracowania i wydawania





Ryc. 19. Wiercenia geologiczno-inżynierskie w roku 1974 (A) i 2004 (B). Od ponad 50 lat techniki wierceń nie uległy zmianie (Arch. PIG-PIB, 1974, 2004)

Fig. 19. Geological and engineering drillings in 1974 (A) and 2004 (B). Drilling techniques have not changed for over 50 years (Archive of PGI-NRI, 1974, 2004)



Ryc. 20. A – *Badania geologiczno-inżynierskie lessów* – monografia Jana Malinowskiego (Malinowski, 1971); B – badania geologiczno-inżynierskie lessów – pobieranie próbek do badań laboratoryjnych (Arch. PIG-PIB, 2014)

Fig. 20. A – *Geological and engineering studies of loess* – monograph of Jan Malinowski (Malinowski, 1971); B – geological and engineering studies of loess – sampling for laboratory tests (Archive of PGI-NRI, 2014)

cyklu poradników dotyczących zasad dokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich. W 1998 r. pracownicy instytutu byli współautorami *Instrukcji badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych* (Kłosiński i in., 1998). Nowelizację zagadnień związanych z budownictwem liniowym stanowią *Wytyczne wykonywania badań podłoża budowlanego w drogownictwie* (Wytyczne..., 2018; [www.pgi.gov.pl/drogi](http://www.pgi.gov.pl/drogi)), opracowane przez pracowników PIG-PIB w konsorcjum naukowym z Akademią Górniczo-Hutniczą i Politechniką Warszawską na potrzeby Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad. Kolejną pozycją dotyczyła metodyki i procedur cyfrowego wykonywania map geologiczno-inżynierskich, co zaprezentowano w *Instrukcji sporządzania mapy warunków geologiczno-inżynierskich w skali 1 : 10 000 i większej dla*

*potrzeb planowania przestrzennego w gminach* (Instrukcja..., 1999). W *Zasadach sporządzania dokumentacji geologiczno-inżynierskich* (Bażyński i in., 1999) (ryc. 21A) w sposób syntetyczny opisano zagadnienia związane z wykonywaniem robót geologicznych, przeprowadzaniem badań polowych i laboratoryjnych w nawiązaniu do zaleceń określonych w *Prawie geologicznym i górniczym*, co miało wpływ na ujednoczenie zasad dokumentowania geologiczno-inżynierskiego. Uaktualnieniem tej publikacji są opracowane przez pracowników instytutu *Zasady dokumentowania geologiczno-inżynierskiego (w świetle wymagań Eurokodu 7)* (Majer i in., 2018) (ryc. 21B), w których opisano proces dokumentowania geologiczno-inżynierskiego z uwzględnieniem zasad i reguł wynikających z Eurokodu 7, a także wskazano na celowość stosowania nowych technik badawczych oraz systemów BIM i GIS.

W *Zasadach dokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich dla celów likwidacji kopalń* (Dobak i in., 2009) scharakteryzowano zagadnienia dotyczące badań geologiczno-inżynierskich na terenach górniczych likwidowanych kopalń górnictwa podziemnego węgla kamiennego, kopalń odkrywkowych i otworowych kopalń siarki. *Zasady dokumentowania geologiczno-inżynierskich warunków posadowienia obiektów budownictwa morskiego i zabezpieczeń brzegu morskiego* (Frankowski i in., 2009) to zagadnienia związane z badaniami geologiczno-inżynierskimi w granicach polskich obszarów morskich i pasie nadbrzeżnym. W *Zasadach dokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich dla potrzeb rekultywacji terenów zdegradowanych* (Frankowski i in., 2012) wskazano na potrzebę wykonywania badań oraz ustalania warunków geologiczno-inżynierskich dla terenów zdegradowanych w zależności od przyczyn degradacji. W 2014 r. we współpracy

z Instytutem Techniki Budowlanej i Instytutem Badawczym Dróg i Mostów opracowano *Wytyczne badań podłoża gruntowego dla potrzeb budowy i modernizacji infrastruktury kolejowej*, które zostały wdrożone do stosowania przez PKP PLK S.A. (Frankowski i in., 2014).

#### POPULARYZACJA I UPOWSZECHNIANIE WIEDZY O GEOLOGII INŻYNIERSKIEJ, DZIAŁALNOŚĆ SZKOLENIOWA

W ramach działalności dotyczącej popularyzacji i upowszechniania wiedzy w zakresie geologii inżynierskiej oraz prowadzenia działalności eksperckiej, opiniotwórczej i szkoleniowej było prowadzonych wiele prac obejmujących: udział i organizację konferencji, sympozjów, szkoleń,





Ryc. 21. A – *Zasady sporządzania dokumentacji geologiczno-inżynierskich* (Bażyński i in., 1999); B – *Zasady dokumentowania geologiczno-inżynierskiego* (Majer i in., 2018)

Fig. 21. A – *Principles of preparing geological and engineering reports* (Bażyński et al., 1999); B – *Principles of geological and engineering reporting* (Majer et al., 2018)

publikowanie artykułów w czasopismach krajowych i zagranicznych, organizowanie wystaw i stoisk na targach i konferencjach oraz opracowywanie informatorów, a także prowadzenie portali internetowych popularyzujących wiedzę w zakresie geologii inżynierskiej (Biuletyn..., 1960, 1963, 1966, 1967, 1970, 1972, 1972, 1975, 1980; Materiały..., 1974, 1974, 1979, 1998, 2007, 2011, 2014, 2017; Zmiany..., 1979)

Działania popularyzujące i upowszechniające wiedzę o geologii inżynierskiej są realizowane od pierwszej dekady XXI w., przede wszystkim poprzez zakładki na stronie internetowej pgi.gov.pl oraz serwis tematyczny poświęcony zagadnieniom geologii inżynierskiej (<http://atlasy.pgi.gov.pl>; <https://www.pgi.gov.pl/drogi.html>) (ryc. 22A, B).

Od kilkudziesięciu lat geolodzy inżynierscy wspierają działania administracji geologicznej, przekazując swoją wiedzę i doświadczenie, uczestnicząc w organizowanych przez instytut specjalistycznych szkoleniach oraz współpracując przy prowadzeniu serwisu internetowego Geologia Samorządowa (<http://powiaty.pgi.gov.pl>) (ryc. 23A).

Od roku 2011 PIG-PIB jest głównym organizatorem Ogólnopolskiego Sympozjum Współczesne Problemy Geologii Inżynierskiej w Polsce, które odbywa się co 3 lata (ryc. 23B) (Materiały..., 2011, 2014, 2017). W trzech ostatnich jego edycjach wzięło udział ponad 500 geologów inżynierskich, projektantów, inżynierów budownictwa, przedsiębiorców, przedstawicieli administracji, specjalistów do planowania przestrzennego, remediacji i geozagrożeń.

Geolodzy inżynierscy są członkami wielu organizacji, stowarzyszeń, komitetów i zespołów, w tym: European Large Geotechnical Institutes Platform (ELGIP), TU Darmstadt Energy Center, Komisji Dokumentacji Geologiczno-Inżynierskich, Polskiego Komitetu Geologii Inżynierskiej i Środowiska, Polskiego Towarzystwa Geologicznego, Polskiego Komitetu Geotechniki, Warszawskiego Zespołu Laboratoriów Geotechnicznych, Polskiego Komitetu Normalizacyjnego, Wojewódzkiego Zespołu Zarządzania Kryzysowego przy wojewodzie mazowieckim. Należą również do grup eksperckich i zadaniowych EuroGeoSurveys (EGS), w tym do GeoEnergy Expert Group, oraz uczestniczą w Europejskim Programie Współpracy w Dziedzinie Badań Naukowo-Technicznych (European Cooperation in the Field of Scientific and Technical Research – COST), m.in.: w akcjach TU1405 – COST GABI



Ryc. 22. Serwisy internetowe o geologii inżynierskiej prowadzone w latach 2000–2018: <http://atlasy.pgi.gov.pl> (A); [www.pgi.gov.pl/drogi](http://www.pgi.gov.pl/drogi) (B)  
Fig. 22. Engineering geology websites conducted in the years 2000–2018: <http://atlasy.pgi.gov.pl> (A); [www.pgi.gov.pl/drogi](http://www.pgi.gov.pl/drogi) (B)





**Ryc. 23. A** – Szkolenia organizowane przez geologów inżynierskich (Arch. PIG-PIB, 2018); **B** – Ogólnopolskie Sympozjum Współczesne Problemy Geologii Inżynierskiej w Polsce (Arch. PIG-PIB, 2017)

**Fig. 23. A** – Trainings organized by engineering geologists (Archive of PGI-NRI, 2018); **B** – National Symposium on Recent Problems of Engineering Geology in Poland (Archive of PGI-NRI, 2017)

(<https://www.foundationgeotherm.org/>) oraz TU1206 – COST Sub-Urban (<http://sub-urban.squarespace.com>).

### PODSUMOWANIE

Do największych osiągnięć geologów inżynierskich w okresie ostatnich 50 lat działalności Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego należy zaliczyć:

- dokumentowanie warunków geologiczno-inżynierskich dla największych inwestycji i obiektów budowlanych w kraju, w tym: infrastrukturalnych, kubaturowych, hydrotechnicznych, energetyki jądrowej zarówno na lądzie, jak i morzu;
- prowadzenie bazy danych geologiczno-inżynierskich oraz opracowywanie cyfrowych atlasów geologiczno-inżynierskich metropolii, które umożliwiają kompleksową ocenę warunków geologiczno-inżynierskich i w konsekwencji racjonalne planowanie przestrzenne, wybór optymalnej lokalizacji i zastosowanie odpowiednich rozwiązań technologicznych;
- udostępnianie danych geologiczno-inżynierskich, które są podstawą podejmowania decyzji związanych z zagospodarowaniem przestrzennym, zarządzaniem kryzysowym i odgrywają kluczową rolę w ograniczaniu ryzyka inwestycyjnego;
- opracowanie cyklu poradników metodycznych na temat dokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich;
- rozwój zaplecza laboratoryjnego, przyznanie certyfikatu akredytacji PCA na badania laboratoryjne gruntów oraz wdrażanie innowacyjnych technik pomiarowych (teledetekcja) i stosowanie nowoczesnej aparatury badawczej (geofizyka inżynierska);
- współpraca z największymi inwestorami krajowymi tj. PKP PLK S.A., Generalną Dyrekcją Dróg Krajowych i Autostrad (GDDKiA), Ministerstwem Energii;
- popularyzowanie i upowszechnianie wiedzy o geologii inżynierskiej poprzez stronę internetową, organizowanie sympozjów naukowych i szkoleń oraz publikacje w czasopiśmie naukowych i popularno-naukowych.

### LITERATURA

BAŻYŃSKI J. 1982 – Metody interpretacji geologicznej zdjęć satelitar-nych wybranych obszarów Polski. Instrukcje i metody badań geologicznych, zeszyt 44, Wyd. Geol., Warszawa.

BAŻYŃSKI J., DRĄGOWSKI A., FRANKOWSKI Z., KACZYŃSKI R., RYBICKI S., WYSOKIŃSKI L. 1999 – Zasady sporządzania dokumentacji geologiczno-inżynierskich. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

BAŻYŃSKI J., FRANKOWSKI Z., GRANICZNY M. 1974 – Wytyczne dokumentowania geologiczno-inżynierskiego dla obiektów liniowych. Instrukcje i metody badań geologicznych, zeszyt 26, Wyd. Geol., Warszawa.

BAŻYŃSKI J., FRANKOWSKI Z., KACZYŃSKI R., WYSOKIŃSKI L. 1991 – Landslides in Poland. Proc. of the VI Inter. Symposium Landslides 10–14 II 1992, A. A. Balkema, Rotterdam: 9–15.

BAŻYŃSKI J., GRANICZNY M., KOWALSKI W. C. 1985 – Teledetekcja geologiczna w Polsce i na świecie. Prz. Geol., 33 (11): 597–602.

BAŻYŃSKI J., KUHN A., KASTORY L., MIŁOSZEWSKA W. 1970 – Wyniki rejestracji osuwisk /opracowanie syntetyczne/ obszar Polski bez Karpat w skali 1 : 500 000. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.

BESTYŃSKI Z., PACANOWSKI G., SIEŃSKI E. 2017 – Badania geofizyczne i klasyfikacje geotechniczne w ocenie stateczności karpackich zboczy fliszowych. Prz. Geol., 65 (10/2): 717–725.

BIULETYN Instytutu Geologicznego 163 – Z badań geologiczno-inżynierskich w Polsce. T. I. Warszawa, 1960.

BIULETYN Instytutu Geologicznego 182 – Z badań geologiczno-inżynierskich w Polsce. T. II. Warszawa, 1963.

BIULETYN Instytutu Geologicznego 190 – Z badań geologiczno-inżynierskich w Polsce. T. III. Warszawa, 1966.

BIULETYN Instytutu Geologicznego 198 – Z badań geologiczno-inżynierskich w Polsce. T. IV. Warszawa, 1967.

BIULETYN Instytutu Geologicznego 231 – Z badań geologiczno-inżynierskich w Polsce. T. V. Warszawa, 1970.

BIULETYN Instytutu Geologicznego 234 – Z badań geologiczno-inżynierskich w Polsce. T. VI. Warszawa, 1972.

BIULETYN Instytutu Geologicznego 262 – Z badań geologiczno-inżynierskich w Polsce. T. VII. Warszawa, 1972.

BIULETYN Instytutu Geologicznego 289 – Z badań geologiczno-inżynierskich w Polsce. T. VIII. Warszawa, 1975.

BIULETYN Instytutu Geologicznego 324 – Z badań geologiczno-inżynierskich w Polsce. T. IX. Warszawa, 1980.

BOROWCZYK M. 1971 – Określenie błędu pomiaru ciężaru objętościowego i wilgotności gruntu przy zastosowaniu sondy uniwersalnej. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.

BOROWCZYK M., FRANKOWSKI Z. 1975a – Własności fizyczno-mechaniczne gruntów słabonośnych określane metodami polowymi. Arch. Hydrotech., 22 (3–4): 367–388.

BOROWCZYK M., FRANKOWSKI Z. 1975b – Wytyczne wykonywania badań podłoża gruntowego lekką sondą stożkową i sondą obrotową. Instrukcje i metody badań geologicznych, zeszyt 29, Wyd. Geol., Warszawa.

BOROWCZYK M., FRANKOWSKI Z. 1977a – Determination of in situ soil parameters by use of radiometric methods, sounding tests and pressuremeter. Proc. 5<sup>th</sup> Danube Conf. Soil Mech. Found. Eng. CSRR Bratislava, 1: 51–64.

BOROWCZYK M., FRANKOWSKI Z. 1977b – Nowe kryterium oceny osiadania zapadowego lessów określone na podstawie badań presjometrycznych. Inżynieria i Budownictwo, 3: 91–92.

BOROWCZYK M., FRANKOWSKI Z. 1978a – Badania gruntów statyczną sondą wkręcaną. Prz. Geol., 26 (6): 374–380.

BOROWCZYK M., FRANKOWSKI Z. 1978b – Przydatność metod polowych w badaniach geotechnicznych gruntów. Mat. V Krajowej Konf. Mech. Grunt. i Fund. Katowice: 79–85.

- BOROWCZYK M., FRANKOWSKI Z. 1978c – Wytyczne badania stanu gruntów niespoistych ciężką sondą dynamiczną. Kombinat Geologiczny Północ. Wyd. Geol., Warszawa.
- BOROWCZYK M., FRANKOWSKI Z. 1979 – Wytyczne wykonywania badań lessów metodami polowymi. Instrukcje i metody badań geologicznych, zeszyt 40, Wyd. Geol., Warszawa.
- BOROWCZYK M., FRANKOWSKI Z. 1980 – Wytyczne określania współczynnika filtracji i oporności właściwej gruntu do głębokości 10 m metodą połową. Instrukcje i metody badań geologicznych, zeszyt 43, Wyd. Geol., Warszawa.
- CHADA M., MAJER K., ROGUSKI A. 2014 – Możliwości wykorzystania bazy danych PPW-WJ i PPW-WH w geologii inżynierskiej. *Prz. Geol.*, 62 (10/2): 560–562.
- CZARNIAK P., PACANOWSKI G., SOBÓTKA P. 2017 – Zastosowanie badań konduktometrycznych z użyciem inwersji 1D, jako narzędzia do kartowania przestrzennego przypowierzchniowych warstw geologicznych. *Prz. Geol.*, 65 (10/2): 803–810.
- DOBĄK P., DRĄGOWSKI A., FRANKOWSKI Z. 2011 – Geologiczno-inżynierskie aspekty wyboru lokalizacji elektrowni jądrowych w Polsce. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 446: 19–28.
- DOBĄK P., DRĄGOWSKI A., FRANKOWSKI Z., FROLIK A., KACZYŃSKI R., KOTYRBA A., PINIŃSKA J., RYBICKI S., WOŹNIAK H. 2009 – Zasady dokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich dla celów likwidacji kopalń. Ministerstwo Środowiska, Warszawa: 84.
- DRĄGOWSKI A., FRANKOWSKI Z., PINIŃSKA J. 2007 – Rozwój geologii inżynierskiej w strategii Ministerstwa Środowiska. *Mat. III Ogólnopolskiego Sympozjum „Współczesne problemy geologii inżynierskiej w Polsce”*, *Geologos*, 11: 61–69.
- EUROKOD 7 (EC 7, EN 1997): Projektowanie geotechniczne. EN 1997-1 Część 1 – Zasady ogólne; EN 1997-2 Część 2 – Rozpoznawanie i badanie podłoża gruntowego.
- FILIPOWICZ A., FRANKOWSKI Z., WYSOKIŃSKI L. 1994 – Projekt normy „Podłoże gruntowe i fundamenty. Badania polowe. Sondowania”. Arch. ITB, arch. PKN.
- FLISIAK J., FRANKOWSKI Z., HAŁADUS A., MAJER E., KOWALSKI M., PIETRZYKOWSKI P., RYBICKI S. 2014 – Rozwój i określenie przyczyn osuwiska na skarpie zbiornika wodnego po odkrywkowej kopalni siarki „Piaseczno”. *Prz. Geol.*, 62 (4): 190–197.
- FRANKOWSKI Z. 1971 – Badania presjometryczne in situ. *Prz. Geol.*, 19 (8/9): 400–440.
- FRANKOWSKI Z. 1979 – Wpływ litogenezy na fizyczno-mechaniczne właściwości lessów określane metodami polowymi. *Prz. Geol.*, 27 (1): 31–36.
- FRANKOWSKI Z. 1984 – Ocena parametrów torfu i gytii na podstawie badań świdrem talerzowym. *Mat. VII Krajowej Konf. Mech. Grunt. i Fund. t.1. Poznań*: 41–48.
- FRANKOWSKI Z. 1986 – Nowe metody w terenowych i laboratoryjnych badaniach geologiczno-inżynierskich. *Mat. Sesji „Aktualne problemy badań inżyniersko-geologicznych na potrzeby inwestycji centralnych”*. Wyd. Geol., 65–71.
- FRANKOWSKI Z. 1991a – Geologiczno-inżynierska charakterystyka lessów w Polsce. Podstawowe profile lessów w Polsce. UMCS, Lublin: 50–61.
- FRANKOWSKI Z. 1991b – Swelling and shrinkage of the Pliocene clays from the Central Poland. 3–5 VIII 1992 Proc. 7<sup>th</sup> Inter. Conference on Expansive Soils Dallas, Texas USA, 105–108.
- FRANKOWSKI Z. 1993 – Ocena parametrów wytrzymałościowych gruntów spoistych metodami polowymi. *Mat. X Krajowej Konf. Mech. Gruntów i Fund.*, Warszawa, 1: 27–30.
- FRANKOWSKI Z. 2000 – Priorytety badań geologicznych: badania geologiczno-inżynierskie. *Prz. Geol.*, 48 (1): 30–32.
- FRANKOWSKI Z. i in. 2012 – Zasady dokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich dla potrzeb rekultywacji terenów zdegradowanych. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- FRANKOWSKI Z. i in. 2014 – Wytyczne badań podłoża gruntowego dla potrzeb budowy i modernizacji infrastruktury kolejowej. PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.
- FRANKOWSKI Z., GAŁKOWSKI P. 2007 – Kartografia geologiczno-inżynierska w procesie GeoQ. III Ogólnopolskie Sympozjum „Współczesne problemy geologii inżynierskiej w Polsce”, Puszczyno, 31.05–1.06.2007. *Geologos*, 11: 517–523.
- FRANKOWSKI Z., GAŁKOWSKI P., MAJER K. 2011 – Obszary zagrożone podtopieniami i powodzią od wód gruntowych – aktualny stan rozpoznania i potrzeby dalszych działań w świetle Dyrektywy Powodziowej. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 445: 107–114.
- FRANKOWSKI Z., GRANICZNY M., JUSZKIEWICZ-BEDNARCZYK B., KRAMARSKA R., PRUSZAK Z., PRZEZDZIECKI P., SZMYTKIEWICZ M., WERNO M., ZACHOWICZ J. 2009 – Zasady dokumentowania geologiczno-inżynierskich warunków posadowienia obiektów budownictwa morskiego i zabezpieczeń brzegu morskiego. Państw. Inst. Geol., Warszawa: 201.
- FRANKOWSKI Z., KACZYŃSKI R., BOGUCKI A., WOŁOSZYN P. 1998 – Nonhomogeneity of the physical-mechanical properties of soil medium composed of tertiary clays and quaternary loesses. *J. Theoretic. Appl. Mech.*, 3 (36): 581–595.
- FRANKOWSKI Z., KRÓLIKOWSKI C., LINOWSKI H. 1973 – Badania parametrów dynamicznych gruntu. *Inżynieria i Budownictwo*, 2: 506–510.
- FRANKOWSKI Z., ŁANCZONT M., BOGUCKI A. 2007 – Vistulian litho- and pedosedimentary cycles recorded in the Kolodiv loess-palaeosol sequence (East Carpathian Foreland, Ukraine) determined by laser grain-size analysis. *Geol. Quart.*, 51 (2): 147–160.
- FRANKOWSKI Z., MAJER E., MAJER K. 2010 – Problematyka gruntów antropogenicznych w kartografii geologiczno-inżynierskiej. *Prz. Geol.*, 58 (9/2): 918–925.
- FRANKOWSKI Z., MAJER E., PIETRZYKOWSKI P. 2010 – Geological and geotechnical problem of loess deposits from south-eastern Poland. *Proc. of the International Geotechnical Conference „Geotechnical challenges in megacities”*, Moscow, 2: 546–553.
- FRANKOWSKI Z., MIKOŁAJKÓW J. 2013 – Materiały, które posłużą do sporządzenia zaleceń technicznych Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki dla lokalizacji obiektów jądrowych w zakresie oceny warunków geologiczno-inżynierskich i hydrogeologicznych. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa.
- FRANKOWSKI Z., MITRĘGA J. 1998a – Poszukiwania lokalizacji przypowierzchniowych składowisk odpadów promieniotwórczych. *Biul. Inf. Państw. Agencji Atomistyki „Bezpieczeństwo jądrowe i ochrona radiologiczna”*, 3/98 (35): 25–35.
- FRANKOWSKI Z., MITRĘGA J. 1998b – Warunki lokalizacji składowisk odpadów niebezpiecznych. *Mat. VIII Międzynarodowej Konferencji nt. „Budowa bezpiecznych składowisk odpadów”*, pp. 89–99. Grupa Konsultingowo-Projektowa Abrys, Wisła.
- FRANKOWSKI Z., MITRĘGA J., CHOLERZYŃSKI A., TOMCZAK W. 1997 – Krajowe składowisko odpadów promieniotwórczych w Różanie – warunki geotechniczne. *Konf. nauk.-tech. „Geotechnika w budowie składowisk odpadów”*, Pułtusk.
- FRANKOWSKI Z., MITRĘGA J., PACHLA J., ŚMIETAŃSKI L. 1997 – Properties of the concrete from 80-years old structures of facilities in the radioactive waste repository. 18<sup>th</sup> Annual Low-Level Radioactive Waste Management Conference, Salt Lake City, Utah.
- FRANKOWSKI Z., MITRĘGA J., TOMCZAK W. 2007 – Badania monitoringowe Krajowego Składowiska Odpadów Promieniotwórczych w Różanie. *Mat. XIII Sympozjum „Współczesne problemy hydrogeologii”*, Kraków-Krynica: 509–520.
- FRANKOWSKI Z., MROCZKOWSKI M. 1984 – Określanie współczynnika konsolidacji metodą edometryczną ze stałą prędkością odkształcenia. *Tech. Poszuk. Geol.*, 3: 40–44.
- FRANKOWSKI Z., PICH J. 1993 – Oddziaływanie głębokiego wykopu stacji warszawskiego metra na zmianę wilgotności w strefie aeracji. *Technika Poszukiwań Geologicznych. Geosynoptyka i Geotermia*, 2: 65–76.
- FRANKOWSKI Z., SZYMAŃSKA A. 2008 – Kierunki badań w dziedzinie geologii inżynierskiej (na lata 2008–2015). *Prz. Geol.*, 56 (9): 802. <http://atlasy.pgi.gov.pl>  
<http://dokumenty.pgi.gov.pl>  
<http://powiaty.pgi.gov.pl>  
<http://sub-urban.squarespace.com/>  
<https://www.foundationgeotherm.org/>  
<https://www.pgi.gov.pl/biblioteka-pgi/bazy.html>  
<https://www.pgi.gov.pl/geothermal4pl.html>
- INSTRUKCJA, 1962 – Tymczasowe zasady sporządzania Szczegółowej mapy geologiczno-inżynierskiej Polski. Instrukcje i metody badań geologicznych, zeszyt 5, Wyd. Geol., Warszawa.
- INSTRUKCJA, 1999 – Instrukcja sporządzania mapy warunków geologiczno-inżynierskich w skali 1 : 10 000 i większej dla potrzeb planowania przestrzennego w gminach. Wyd. PIG-PIB Warszawa.
- JAKUBICZ B. 1957a – Szczegółowa mapa geologiczno-inżynierska Polski w skali 1 : 50 000. Mapa gruntów. Arkusz Pyskowice. Instytut Geologiczny. Arch. CAG PIG.
- JAKUBICZ B. 1957b – Szczegółowa mapa geologiczno-inżynierska Polski w skali 1 : 50 000. Mapa klasyfikacji terenu dla potrzeb budownictwa. Arkusz Pyskowice. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa.
- JAKUBICZ B. 1971 – Instrukcja w sprawie ustalania warunków geologiczno-inżynierskich przy ustalaniu zasobów złóż kopalni stałych eksploatowanych metodą podziemną w kategorii C2 i C1. Instrukcje i metody badań geologicznych, zeszyt 15. Wyd. Geol., Warszawa.
- JAKUBICZ B., ŁODZIŃSKA W. 1989 – Zasady metodyczne opracowania map i atlasów geologiczno-inżynierskich obszarów zurbanizowanych i perspektywicznej zabudowy powierzchniowej. Instrukcje i metody badań geologicznych, zeszyt 49, Wyd. Geol., Warszawa.
- JAKUBICZ B., ŁODZIŃSKA W. 1994 – Mapa geologiczno-inżynierska Polski 1 : 500 000. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa.
- JAKUBICZ B., SMAGAŁA S. 1983 – Zasady określania warunków geologiczno-inżynierskich przy ustalaniu zasobów złóż kopalni stałych.



- Instrukcje i metody badań geologicznych, zeszyt 45, Wyd. Geol., Warszawa.
- JAROS M. 2018a – Atlas geologiczno-inżynierski aglomeracji Bydgoszcz. Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 2 m p.p.t. w skali 1 : 10 000. Nar. Arch. Geol. PIG- PIB; <http://atlasy.pgi.gov.pl>
- JAROS M. 2018b – Atlas geologiczno-inżynierski aglomeracji Bydgoszcz. Mapa warunków budowlanych na głębokości 2 m p.p.t. w skali 1 : 10 000. Nar. Arch. Geol. PIG- PIB; <http://atlasy.pgi.gov.pl>
- JAROS M., SZLASA M. 2014 – Zastosowanie geologiczno-inżynierskiego modelowania 3D do oceny geotechnicznych warunków posadowienia inwestycji realizowanej z zastosowaniem ścian szczelinowych. *Prz. Geol.*, 62 (10/2): 584–587.
- JAROS M., MAJER K., PIETRZYKOWSKI P. 2007 – Rola baz danych w opracowaniach geologiczno-inżynierskich. III Ogólnopolskie Sympozjum „Współczesne problemy geologii inżynierskiej w Polsce”, Puszczykowo, 31.05–1.06.2007. *Geologos*, 11: 525–531.
- JAROS M., MAJER K., PIETRZYKOWSKI P. 2007 – Wpływ zastosowania normy PN-EN ISO 14688 na dotychczasowy sposób interpretacji przekrojów geologiczno-inżynierskich. III Ogólnopolskie Sympozjum „Współczesne problemy geologii inżynierskiej w Polsce”, Puszczykowo, 31.05–1.06.2007. *Geologos*, 11: 211–218.
- KACZYŃSKI R. 2017 – Warunki geologiczno-inżynierskie na obszarze Polski. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KIEŁBASIŃSKA M., PIASECKA A., OLESIUŁ G. 2011 – Prognoza oddziaływań odwodnienia głębokich wykopów na warunki wodne projektowanej inwestycji w rejonie Pelplina. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 446 (2): 351–359.
- KŁOSIŃSKI B., BAŻYŃSKI J., FRANKOWSKI Z., KACZYŃSKI R., WIERZBIŃSKI S., 1998 – Instrukcja badań podłoża gruntowego budowlanych i mostowych. Część 1 i 2, Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych, Wyd. Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Warszawa.
- KOCYŁA J., MAJER E., SOKOŁOWSKA M., RYŻYŃSKI G., DZIEKAN-KAMIŃSKA E. 2016 – Zastosowanie danych geologicznych do wyznaczania obszarów potencjalnej kolizyjności elementów przestrzeni geologicznej, infrastruktury powierzchniowej i elementów ochrony środowiska. *Mat. 3. Polskiego Kongresu Geologicznego „Wyzwania polskiej geologii”*, Wrocław, 14–18.09.2016 r. PTG, Wrocław: 165.
- KRÓLIKOWSKI C. 1974 – Badania parametrów dynamicznych gruntów aluwialnych. Materiały z Konferencji Naukowej na temat: Ocena zmian własności gruntów przy zastosowaniu wibroflotacji, pali piaskowych i materiałów wybuchowych. *Inst. Geol.*, 74–85.
- ŁANCZONT M., MADEYSKA T., BOGUCKI A., MROCZEK P., HOŁUB B., ŁĄCKA B., FEDOROWICZ S., NAWROCKI J., FRANKOWSKI Z., STANDZIKOWSKI K. 2015 – Środowisko abiotyczne paleolitycznej ekumeny strefy pery- i metakarpackiej. [W:] Łanczont M., Madeyska T. (red.), *Paleolityczna ekumena strefy pery- i metakarpackiej*. Wyd. UMCS, Lublin: 55–458.
- ŁODZIŃSKA W., ŻYLIŃSKA J. 1989 – Mapa geologiczno-inżynierska Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- MAJER E., SOKOŁOWSKA M. 2015 – Problemy badań geologiczno-inżynierskich i geotechnicznych a procedury administracyjne. *Prz. Geol.*, 63 (12/1): 1381–1387.
- MAJER E., SOKOŁOWSKA M., FRANKOWSKI Z. i in. 2018 – Zasady dokumentowania geologiczno-inżynierskiego (w świetle wymagań Eurokodu 7). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MAJER E., SOKOŁOWSKA M., RYŻYŃSKI G. 2013 – Identyfikacja ryzyka geologicznego w procesie inwestycyjnym. XXVIII Ogólnopolskie Warsztaty Pracy Projektanta Konstrukcji, 5–8 marca 2013, Wisła: 305–341.
- MALINOWSKI J. 1971 – Badania geologiczno-inżynierskie lessów. Wyd. Geol., Warszawa.
- MATERIAŁY z Konferencji Naukowej na temat: Ocena zmian własności gruntów przy zastosowaniu wibroflotacji, pali piaskowych i materiałów wybuchowych. *Inst. Geol.*, Warszawa, 1974.
- MATERIAŁY na Posiedzenie Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN. Sekcja Mechaniki Gruntów i Fundamentowania. *Inst. Geol.*, Warszawa, 1974.
- MATERIAŁY z LXXXVIII Sesji Naukowej: Badania Instytutu Geologicznego dla zagospodarowania dorzecza Wisły. Stan i kierunki dalszych badań. Zestawienie prac Instytutu Geologicznego z dorzecza Wisły 1979. CUG, *Inst. Geol.*, Warszawa, 1979.
- MATERIAŁY z Sympozjum sekcji polskiej Międzynarodowej Asocjacji Geologii Inżynierskiej (IAEG). Zakład Reprodukcyjny i WDB, Warszawa, 1979.
- MATERIAŁY 2. Ogólnopolskiego Sympozjum „Współczesne Problemy Geologii Inżynierskiej w Polsce” w Kiekrzu k. Poznania, 28–30 maja 1998. Wyd. WIND, Wrocław, 1998.
- MATERIAŁY 3. Ogólnopolskiego Sympozjum „Współczesne Problemy Geologii Inżynierskiej w Polsce”. Puszczykowo, 31.5–1.6.2007. *Geologos*, 11.
- MATERIAŁY 4. Ogólnopolskiego Sympozjum „Współczesne Problemy Geologii Inżynierskiej w Polsce”. Gdańsk-Jelitkowo, 16–18 listopada 2011. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 446 (2).
- MATERIAŁY 5. Ogólnopolskiego Sympozjum „Współczesne Problemy Geologii Inżynierskiej w Polsce”. Lublin, 15–17 października 2014. *Prz. Geol.*, 62 (10/2); *Geol. Quart.*, 59 (2).
- MATERIAŁY 6. Ogólnopolskiego Sympozjum „Współczesne Problemy Geologii Inżynierskiej w Polsce”. Rzeszów, 17–20 października 2017. *Prz. Geol.*, 65 (10/2).
- MICHALIK A. 1970 – Wyniki rejestracji osuwisk /opracowanie syntetyczne/ Karpaty w skali 1 : 200 000. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- MITRĘGA J., FRANKOWSKI Z., GAWIN A., PACHLA J., ŚMIETAŃSKI L. 1993 – Badania w celu udokumentowania długoterminowej prognozy wpływu składowiska odpadów radio-aktywnych na środowisko człowieka. *Prz. Geol.*, 41 (3): 178–183.
- MITRĘGA J., FRANKOWSKI Z., GAWIN A., PACHLA J., ŚMIETAŃSKI L. 1995 – Performance assessment progress for the Rozan low-level waste disposal facility. 17<sup>th</sup> Annual Low-Level Radioactive Waste Management Conference, 12–14 XII 1995, Phoenix, Arizona, USA.
- MITRĘGA J., FRANKOWSKI Z., PACHLA J.P., ŚMIETAŃSKI L. 1994 – Site characterization studies for the safety assessment of a near – surface disposal facility for radioactive waste. II<sup>nd</sup> International Symposium and Exhibition on Environmental Contamination in Central and Eastern Europe – Symp. Proceedings Sept. 20–23, 1994, Budapest, Hungary.
- OSTROWSKI S., LASOCKI M. 2014 – Możliwości oceny stanu technicznego wałów przeciwpowodziowych na podstawie badań geofizyki inżynierskiej. *Prz. Geol.*, 62 (10/2): 671–679.
- PACANOWSKI G., CZARNIAK P., BĄKOWSKA A., MIESZKOWSKI R., WELC F. 2014 – The role of geophysical ERT method to evaluate the leakproofness of diaphragm wall of deep foundation trenches on the example of the construction of retail and office complex in Lublin, Poland. *Stud. Quatern.*, 31 (2): 91–99.
- PINIŃSKA J., FRANKOWSKI Z. 2005 – Significance of geological cartography in priority problems of engineering geology. *Prz. Geol.*, 53 (10/2): 942–948.
- ROGUSKI A. 2014 – Geologiczno-inżynierska ocena zwietrzelin gliniastych z południowej Polski. *Prz. Geol.*, 62 (5): 692–698.
- RYŻYŃSKI G., BOGUSZ W. 2016 – City-scale perspective for thermoactive structures in Warsaw. *Environ. Geotech.*, 3 (4): 280–290.
- RYŻYŃSKI G., MAJER E. 2015 – Geotermia niskotemperaturowa – informacja geologiczna i procedury prawne. *Prz. Geol.*, 63 (12/1): 1388–1396.
- SOKOŁOWSKA M. 2013 – Ustalanie modelu geotechnicznego w piaskach rzecznych. *Budownictwo i Inżynieria Środowiska*, 4: 69–78.
- SOKOŁOWSKA M., CHADA M., ROGUSKI A., MAJER E. 2017 – Ocena badań geologiczno-inżynierskich wykonanych na potrzeby inwestycji drogowych w latach 2007–2016. *Prz. Geol.*, 65 (10/2) 672–677.
- SOKOŁOWSKA M., MAJER E., SKRZECZKOWSKA M. 2015 – Rola obserwacji i pomiarów hydrogeologicznych w ocenie warunków geologiczno-inżynierskich podłoża w świetle wymagań Eurokodu 7. *Prz. Geol.*, 63 (10/2): 1053–1058.
- WATYCHA L. 1955 – Przeglądowa mapa geologiczno-inżynierska Polski w skali 1 : 300 000, ark. Kielce. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- WŁODARSKI J., CHWASZCZEWSKI S., ŚLIZOWSKI K., FRANKOWSKI Z. 1999 – Koncepcja gospodarki paliwem wypalonym i odpadami promieniotwórczymi w Polsce oparta na dotychczasowych rezultatach prac prowadzonych w ramach Strategicznego Programu Rządowego realizowanego pod patronatem Państwowej Agencji Atomistyki. *Mat. Międzynarodowego Seminarium „Energetyka jądrowa dla Polski NEP 99”*, Warszawa.
- WŁODARSKI J., FRANKOWSKI Z., PRZENIOSŁO S. 1996 – Radioactive Waste Management in Poland. Current Status of Investigations for Radioactive Waste Repository Areas, „Geological Problems in Radioactive Waste Isolation, Second Worldwide Review”, Earth Sciences Division Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory University of California, Berkeley, California 94720 US, 183–187. [www.pgi.gov.pl/drogi](http://www.pgi.gov.pl/drogi)
- WYTYCZNE wykonywania badań podłoża gruntowego na potrzeby budownictwa drogowego. Część 1 – Wytyczne badań podłoża budowlanego na potrzeby budownictwa drogowego. Część 2 – Wytyczne do oceny stateczności skarp i zboczy na potrzeby budownictwa drogowego. Część 3 – Geomonitoring podłoża i elementów konstrukcyjnych. Arch. PIG-PIB, 2018; [www.pgi.gov.pl/drogi](http://www.pgi.gov.pl/drogi)
- ZARZĄDZENIE Nr 24 Ministra Gospodarki z dnia 27 sierpnia 2009 r. w sprawie utworzenia Zespołu do opracowania projektu Krajowego planu postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym. *Dz. U. Min. Gosp.*, nr 3, poz. 30.
- ZMIANY środowiska geologicznego pod wpływem działalności człowieka. Inżyniersko-geologiczna ocena i prognoza. T. I, T. II, T. III. Kraków-Sandomierz-Bełchatów-Płock-Warszawa, 18–22.06.1979.